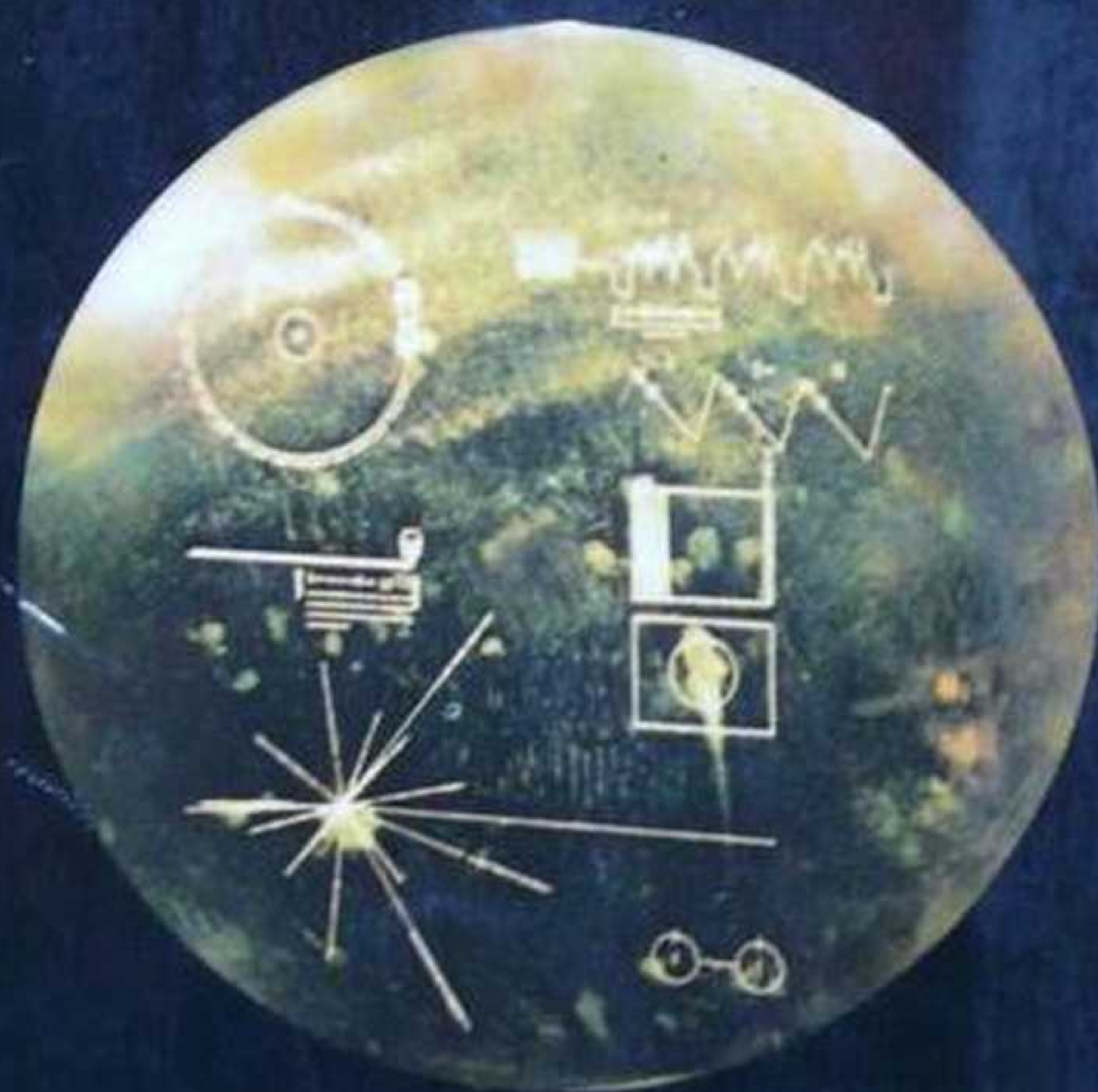
Planeta

Murmullos de la Tierra

El mensaje interestelar del VOYAGER

Carl Sagan

F.D. Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg, Linda Salzman Sagan





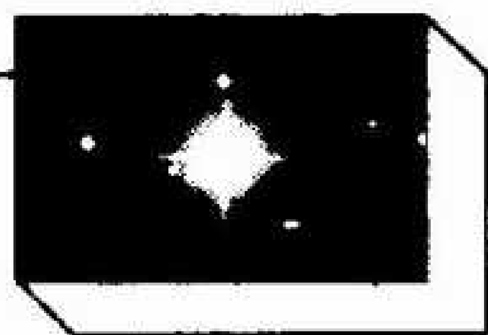
El 20 de agosto y el 5 de septiembre de 1977 fueron lanzadas a las estrellas dos extraordinarias naves espaciales. Estos vehículos del espacio, después de haber llevado a cabo una exploración que promete ser detallada y realmente espectacular del sistema solar exterior desde Júpiter hasta Urano entre 1979 y 1986, abandonarán lentamente los sistemas solares convirtiéndose en emisarios de la Tierra al reino de las estrellas.

Cada nave Voyager lleva adosado un disco fonográfico de cobre recubierto de oro como mensaje para las posibles civilizaciones extraterrestres que la nave pudiera encontrar en algún lugar y tiempo remotos.

Cada disco contiene 118 fotografías de nuestro planeta, de nosotros mismos y de nuestra civilización; casi 90 minutos de la mejor música del mundo; un ensayo evolutivo en audio sobre "los sonidos de la Tierra", y saludos en casi sesenta idiomas humanos (y en un lenguaje de ballenas), incluyendo los del presidente de los Estados Unidos y del secretario general de las Naciones Unidas.

El presente libro, escrito por las personas directamente responsables del contenido del disco Voyager, da cuenta de por qué lo hicimos, de cómo seleccionamos este repertorio y del contenido concreto del disco.

Con Carl Sagan han colaborado en esta obra autores tan prestigiosos como F. D. Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg y Linda Salzman Sagan.



Murmullos de la Tierra



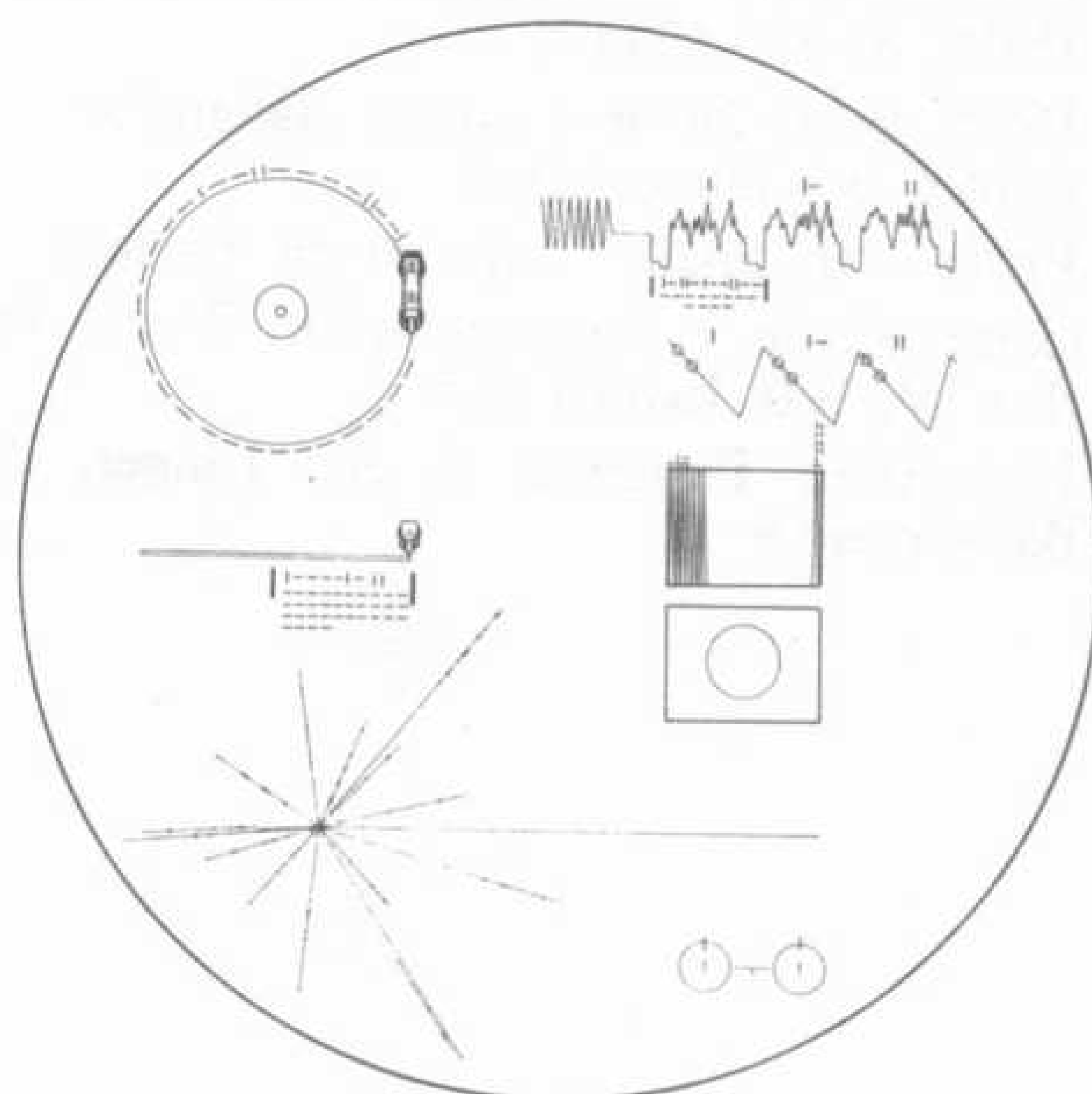


Murmullos de la Tierra

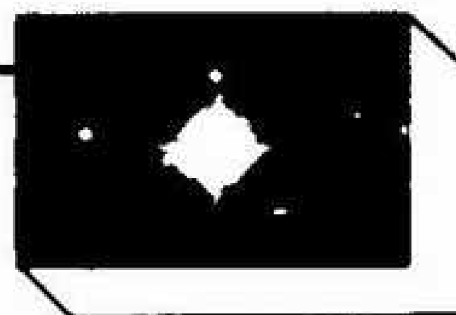
El mensaje interestelar del VOYAGER

Carl Sagan

F.D.Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg, Linda Salzman Sagan



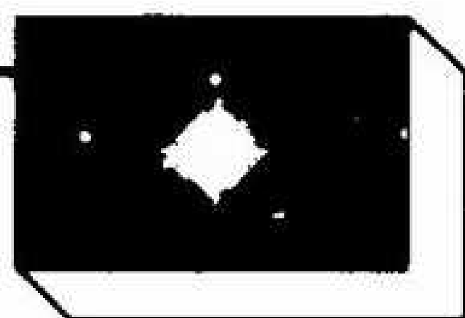
Planeta



COLECCIÓN DOCUMENTO
Dirección: Rafael Borràs Betriu
Consejo de Redacción: María Teresa Arbó, Marcel Plans, Carlos Pujol y Xavier Vilaró

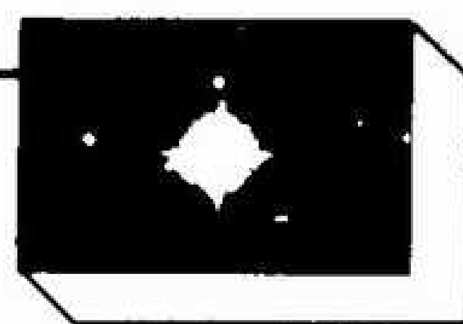
Título original: Murmurs of earth
Traducción del inglés por Miquel Muntaner

Editorial Planeta, S. A., Córcega, 273-277, Barcelona-8 (España)
Diseño colección y cubierta de Hans Romberg (fotos de Random House Inc., Nueva York, y realización de Jordi Royo)
Primera edición: setiembre de 1981
Depósito legal: B. 25207 - 1981
ISBN 84-320-3598-X
ISBN 0-345-28396-1 editor Ballantine Books, edición original
Printed in Spain - Impreso en España
Composición y compaginación: Tecfa, Pedro IV, 160, Barcelona-5
Impresión: Policrom, S. A., Tánger, 25, Barcelona-18



Dedicado a los creadores de música,
en cualquier mundo y en cualquier época





Contenido del disco Voyager

---

118 figuras

Los dos primeros compases de la «Cavatina» de Beethoven

Saludo del presidente de los Estados Unidos

Lista del Congreso

Saludo del secretario general de las Naciones Unidas

Saludos en cincuenta y cuatro idiomas

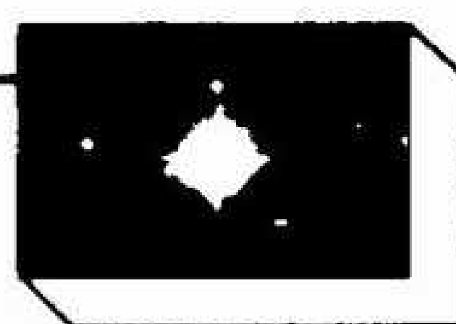
Saludo de la ONU

Saludo de ballenas

Los sonidos de la Tierra

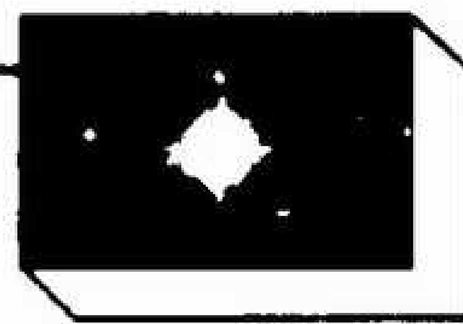
Música





Índice





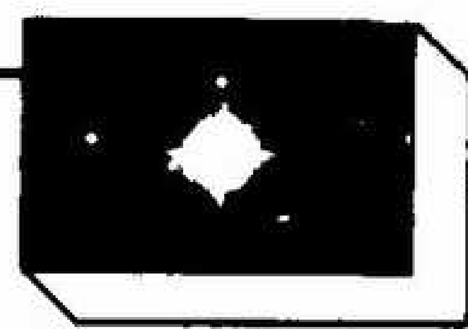
PREFACIO

El 20 de agosto y el 5 de septiembre de 1977 fueron lanzadas a las estrellas dos extraordinarias naves espaciales. Estos vehículos del espacio, después de haber llevado a cabo una exploración que promete ser detallada y realmente espectacular del sistema solar exterior desde Júpiter hasta Urano entre 1979 y 1986, abandonarán lentamente los sistemas solares convirtiéndose en emisarios de la Tierra al reino de las estrellas. Cada nave Voyager lleva adosado un disco fonográfico de cobre recubierto de oro como mensaje para las posibles civilizaciones extraterrestres que la nave pudiera encontrar en algún lugar y tiempo remotos. Cada disco contiene 118 fotografías de nuestro planeta, de nosotros mismos y de nuestra civilización; casi 90 minutos de la mejor música del mundo; un ensayo evolucionario en audio sobre «Los sonidos de la Tierra»; y saludos en casi sesenta idiomas humanos (y en un lenguaje de ballenas), incluyendo los del presidente de los Estados Unidos y del secretario general de las Naciones Unidas. El presente libro, escrito por las personas directamente responsables del contenido del Disco Voyager, da cuenta de por qué lo hicimos, de cómo seleccionamos este repertorio, y del contenido concreto del disco.

Carl Sagan
F. D. Drake
Ann Druyan
Timothy Ferris
Jon Lomberg
Linda Salzman Sagan

Febrero de 1978.





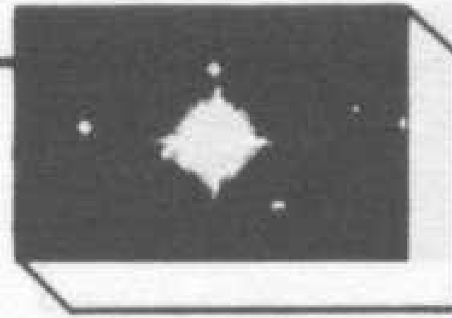
1

PARA TIEMPOS Y SERES FUTUROS

por Carl Sagan

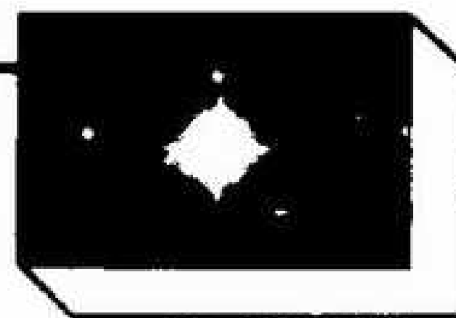
Tenía yo monumentos de bronce, de lapislázuli, de alabastro... y de piedra caliza blanca... e inscripciones de arcilla cocida... Lo deposité en los fundamentos y lo dejé para tiempos futuros.

ESARHADDON, rey de Asiria,
siglo VII a. de C.



Cedida por Richard Wurts

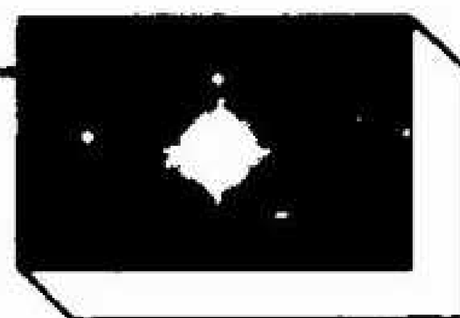
El Trylon (a la derecha) y la Perisphere (en el centro) de la Feria mundial de Nueva York de 1939. Las estatuas de la izquierda representan las Cuatro Victorias de la Paz, de John Gregory.



En 1939, antes de cumplir yo los cinco años, mis padres me llevaron a la Feria Mundial de Nueva York. Allí se exhibían maravillas. Entre dos esferas de metal hacían saltar y crepitar un rayo cerúleo y terrible. Un cartel decía: «¡Oíd la luz! ¡Ved el sonido!», y resultaba, desde luego, que tales cosas eran posibles. Había edificios dedicados a culturas extrañas y a países remotos cuya misma existencia había ignorado yo de modo absoluto. La pieza central de aquella Feria Mundial era el Trylon y la Perisphere, una torre majestuosa y puntiaguda, y una esfera del tamaño de un edificio dentro de la cual había algo llamado «El mundo de mañana». Se pasaba por una rampa con una barandilla alta y se veía debajo, en miniatura, un modelo del futuro exquisitamente detallado: esbeltas calles suspendidas, por las que discurrían automóviles aerodinámicos y felices ciudadanos que acudían a algún negocio futurista, cuya naturaleza era difícil de adivinar desde la perspectiva que me daba mi limitada experiencia y mi abreviada estatura. Pero el mensaje que comunicaba era claro: habían otras culturas y habrían tiempos futuros.

La confianza en el futuro que infundía aquella Feria Mundial quedó ilustrada de modo espectacular por la Cápsula del Tiempo, una cámara «sellada herméticamente», llena de periódicos, libros y artefactos de 1939 que se enterró en Flushing Meadows para que se abriera y revelara automáticamente en alguna época distante. ¿Por qué? Porque el futuro sería diferente del presente. Porque los habitantes del futuro desearían saber cosas de nuestra época, al igual que nosotros tenemos curiosidad por la época de nuestros antepasados. Porque el gesto de alargar una mano a través de los siglos, de abrazar a nuestros descendientes y a nuestra posteridad tenía algo de elegante y de muy humano.

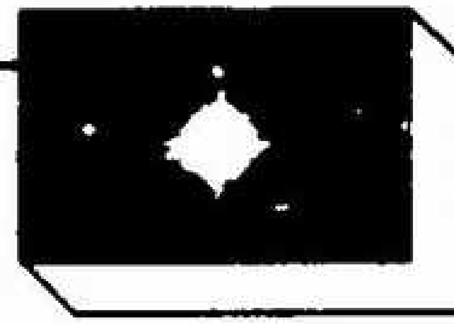
Han habido muchas cápsulas del tiempo, tanto antes de aquélla como después. Esarhaddon, hijo de Senaquerib, fue un gran general y un buen administrador, pero además tenía un interés consciente en presentar al futuro no sólo su gloria militar sino su entera civilización, enterrando para ello inscripciones cuneiformes en las piedras del basamento de monumentos y otras construcciones. Esarhaddon fue rey de Asiria, de Babilonia y de Egipto. Sus campañas militares se extendieron desde las montañas de Armenia a los desiertos de Arabia. A pesar de ello su nombre apenas es del dominio público hoy en día, aunque sus obras hayan contribuido de modo significativo a nuestro conocimiento del Oriente próximo en el siglo VII antes de Cristo. Su hijo y sucesor, Asurbanipal, influido quizá por la tradición de las cápsulas del tiempo de su padre, acumuló una impresionante biblioteca de tablillas de piedra que contenían los



conocimientos sobre todo lo sabido en aquella época remota. Los restos de la biblioteca de Asurbanipal son una ayuda notable para los estudiosos de hoy en día. Esarhaddon y Asurbanipal nos hablan claramente a través de siglos y de milenios. La comunicación con el futuro es una tentación casi irresistible para quienes han hecho algo que consideran valioso, y casi toda cultura humana ha intentado este tipo de comunicación. En el mejor de los casos se trata de un acto optimista y de largo alcance; expresa una gran esperanza en el futuro; enlaza en el tiempo a la comunidad de los hombres; nos da una perspectiva sobre el significado de nuestras acciones en este momento dentro del largo trayecto histórico de nuestra especie.

El advenimiento de la era espacial ha despertado el interés por comunicarse a través de intervalos de tiempo muy superiores a lo que hubiese podido imaginar cualquier Esarhaddon, y el interés por los medios necesarios para enviar mensajes al futuro remoto. Hemos ido descubriendo paulatinamente que la especie humana tiene sólo unos pocos millones de años de edad y vive en un planeta que es mil veces más viejo. Nuestra civilización técnica moderna ocupa sólo una diezmilésima parte de la edad de la humanidad. Lo que hemos podido conocer bien no ha durado más allá que un breve parpadeo en el fluir del tiempo cósmico. Nuestra época no es ni la primera ni la mejor. Los acontecimientos se precipitan a un ritmo vertiginoso y nadie sabe qué nos reserva el mañana: si será capaz nuestra actual civilización de sobrevivir a los peligros que nos acechan y transformarse, o si en los próximos uno o dos siglos acabaremos destruyendo nuestra sociedad tecnológica. Pero en ninguno de estos casos se producirá el fin de la especie humana.

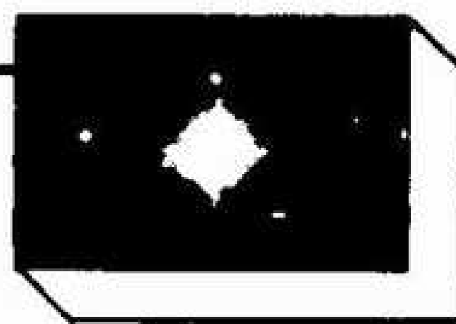
Habrá otros pueblos y otras civilizaciones que serán diferentes de nosotros. Nuestra civilización es el resultado del camino particular que nuestros antepasados han seguido entre las variaciones de las alternativas históricas. Si los acontecimientos del pasado remoto hubiesen dado un giro ligeramente distinto, nuestro entorno y nuestros procesos mentales, lo que nosotros consideramos natural y muy querido, podrían ser muy diferentes. A pesar de nuestra idea lógica de que todo debería ser sin duda igual a como es ahora, los detalles de nuestra particular civilización son extraordinariamente improbables, y no cuesta mucho imaginar un conjunto de hechos históricos que desembocara en una civilización bastante distinta: por ejemplo, una civilización en la que Constantino se hubiese convertido al mitraísmo después de la batalla del puente Milvio, en la cual una consiguiente revuelta intelectual contra el mitraísmo insti-



tucionalizado condujera a un Renacimiento de base persa cuyos motivos culturales dominantes serían todavía toros y escorpiones. Los ciudadanos de una civilización de este tipo lo considerarían muy normal y razonable y tomarían a una civilización como la nuestra por una simple novela histórica. Esta necesidad de determinismo histórico en los detalles de una civilización significa que tales detalles tienen un valor extraordinario, y no sólo para los historiadores profesionales, sino para todos los que desean comprender la naturaleza de la cultura. Creo que nuestra simpatía ante los proyectos de cápsulas del tiempo se debe por encima de todo a este respeto por los integumentos de una civilización.

Pero la Tierra no es más que un pequeño planeta entre los nueve o más planetas que dan vueltas continuamente alrededor del Sol; y el Sol no es más que una de los 250 mil millones de estrellas que componen una gran rueda catalina en movimiento, hecha de polvo y de estrellas, llamada la galaxia Vía Láctea. A su vez la Vía Láctea es una más de quizá centenares de miles de millones de otras galaxias. Aunque nuestra ignorancia sobre muchos de los detalles continúa siendo profunda, hay pruebas de que los planetas son acompañantes habituales de las estrellas y de que los procesos químicos que provocaron el origen de la vida en la Tierra hace unos cuatro mil millones de años exigen solamente las condiciones cósmicas más corrientes.

Muchos científicos actuales creen, pues, que es muy probable —aunque no sea en absoluto seguro— que exista una cantidad innumerable de otros planetas que hayan presenciado el origen de formas simples de vida, su lenta evolución hacia formas más complejas, el desarrollo de seres con un cierto grado de inteligencia y con la capacidad para manipular su entorno, y la eventual emergencia de una civilización técnica. Los seres de tales planetas serían asombrosamente diferentes de los seres humanos o de cualquiera de las demás criaturas que habitan nuestro pequeño hogar planetario, la Tierra. La evolución, como la historia, procede con una multitud de pasos pequeños e impredecibles, y la variación de cualquiera de ellos produce más tarde diferencias profundas. Seres de otros lugares podrían pensar tan bien como nosotros o incluso mejor; podrían ser superiores como poetas o ingenieros o filósofos; podrían tener normas morales o estéticas más elevadas; pero no serán seres humanos ni nada que se les parezca. Del mismo modo, los detalles y los integumentos de sus civilizaciones, construidas por seres que ya de entrada son profundamente distintos, sobre un planeta extraño en un medio ambiente distinto y con estilos de vida diferentes necesarios para la supervivencia, deberían



ser mucho más extraños de lo que pueda proponernos cualquier fantasía espacial o cualquier obra de ciencia ficción.

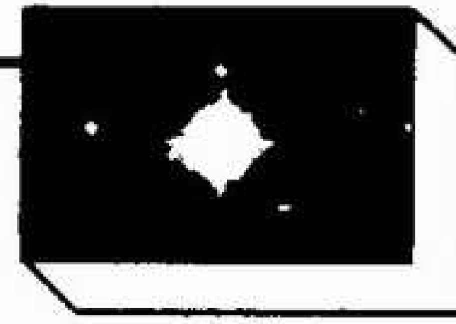
Y sin embargo existe un argumento —o quizás es sólo una esperanza— para asegurar que podríamos comunicarnos con representantes de civilizaciones tan exóticas, a saber, que tanto ellos como nosotros tenemos que enfrentarnos con las mismas leyes de la física, de la química y de la astronomía. La composición de una estrella y sus propiedades espectrales no son fundamentalmente imposiciones de los científicos sobre la naturaleza, sino más bien lo contrario. Hay una realidad exterior, que no podemos ignorar sin peligro, y de hecho podemos describir una gran parte de la evolución de la especie humana como una concordancia creciente entre las imágenes formadas dentro de nuestros cerebros y la realidad en el mundo exterior. Por lo tanto, por diferentes que sean los puntos de partida, ha de producirse necesariamente una convergencia gradual en el contenido y la disciplina intelectual entre diversas especies planetarias.

Si es posible, pues, comunicarse, sabemos ya de qué tratarán las primeras comunicaciones: tratarán sobre la única cosa que las dos civilizaciones tienen de modo seguro en común, a saber, la ciencia. Podría ser que el interés mayor fuera comunicar información sobre música, por ejemplo, o sobre convenciones sociales; pero las primeras comunicaciones logradas serán de hecho científicas.

¿Y cómo podría llevarse a cabo esta comunicación? Los vehículos espaciales viajan muy lentamente. Una misión típica a la Luna dura unos días, a los planetas próximos unos meses, al sistema solar exterior unos años. No esperamos encontrar otras civilizaciones entre los planetas de la familia del Sol. Las estimaciones más optimistas sitúan la civilización más próxima a unos cuantos centenares de años luz, equivaliendo cada año luz a 9 461 millones de kilómetros.

Nuestro actual vehículo espacial tardaría unas decenas de miles de años para cubrir la distancia a la estrella más próxima y varias decenas de millones de años para recorrer la distancia estimada a la civilización exterior más próxima.

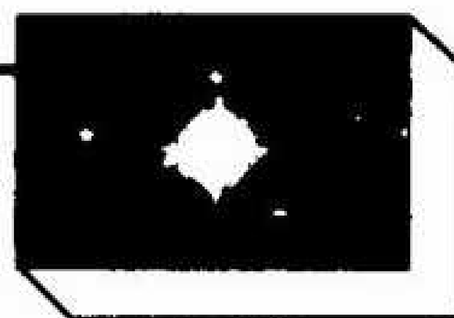
Un sistema mucho más rápido y seguro para la comunicación interestelar es enviar o captar mensajes de radio que van a la velocidad de la luz. Nuestra actual tecnología en el campo de la radio es perfectamente adecuada para esta misión y se han llevado a cabo varios intentos para escuchar las emisiones de unos cuantos centenares de estrellas y de galaxias cercanas a la búsqueda de posibles señales inteligentes, sin llegar hasta el momento a resultados positivos. Hay tantas estrellas y tenemos



tan poca información sobre cuáles son las candidatas probables que sería sorprendente tener éxito en estos esfuerzos iniciales. Se necesitaría un esfuerzo a largo plazo basado en la dedicación de unos cuantos radiotelescopios a esta tarea durante por lo menos unas décadas. Hasta ahora los radioastrónomos sólo han llevado a cabo un intento de enviar un mensaje al espacio. Este intento se produjo en noviembre de 1974 como una dedicatoria de la remodelación de la superficie del gran radiotelescopio de Arecibo en Puerto Rico, y más que un esfuerzo serio de comunicación interestelar fue una demostración de los grandes poderes que la tecnología de la radio había puesto a nuestra disposición. El capítulo de Frank Drake «Los fundamentos del disco Voyager» de la presente obra lo describe con más detalle.

Hay una diferencia importante entre enviar y recibir. Nosotros hasta hace poco no habíamos conseguido la capacidad necesaria para realizar ambas tareas, y cualquier civilización que se encuentre sólo un poco retrasada tecnológicamente en relación a nosotros no podría hacer ninguna de las dos. Por lo tanto no es lógico esperar que una civilización como la nuestra, que está en su primera infancia, esté en condiciones de transmitir; la tecnología de otras civilizaciones comunicativas debería estar muy avanzada en relación a la nuestra. Además, las distancias inmensas entre las estrellas determinan que el tiempo necesario para que una civilización de algún planeta de alguna otra estrella pueda contestar a cualquier señal que transmitimos sea muy largo, probablemente muchos centenares de años. Ni las señales de radio ni las naves interestelares son medios prácticos para establecer un diálogo interestelar, y en lugar de esto tenemos que concentrarnos en la recepción de monólogos procedentes del exterior. El método primario más lógico es la búsqueda de mensajes de radio transmitidos en nuestra dirección por civilizaciones más avanzadas.

Pero es difícil resistirse a la idea de enviar algo nosotros mismos. La mayoría de los vehículos interplanetarios han de pasar por las cercanías de su objetivo planetario, quedando luego en una trayectoria larga y cerrada alrededor del Sol convertidos en planetas artificiales del sistema solar. Otros han de entrar en órbita alrededor de su objetivo o descender hasta su superficie. Pero a veces se da una especie de carambola interplanetaria, en la que se utiliza la gravedad de un planeta para situarlo en una trayectoria más breve y rápida hacia otro mundo más distante. El lanzamiento de las primeras misiones de este tipo, las de los Pioneer 10 y 11, se produjo en 1971 y 1972 para examinar el planeta Júpiter. El impulso de la

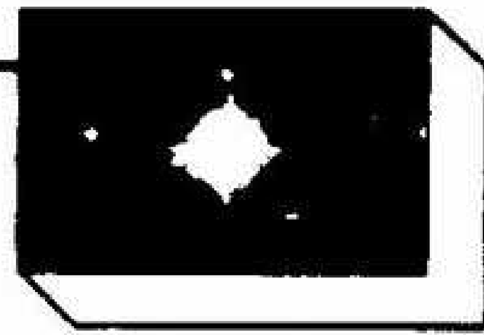


gravedad de Júpiter aceleró al Pioneer 11 de modo que en 1979 pasaba ya cerca de Saturno. Pero el paso por las proximidades de Júpiter de los Pioneer 10 y 11 determinó una trayectoria de vuelo extraordinaria: el camino que siguen ahora les llevará de modo irremediable fuera del sistema solar. Los Pioneer 10 y 11 son las primeras sondas interestelares de la humanidad. Las velocidades características de una nave de este tipo son de unos diez kilómetros por segundo en relación a la Tierra. Por lo tanto, cada seis meses cubren aproximadamente una unidad astronómica, la distancia entre la Tierra y el Sol. Necesitan dos años y medio para llegar hasta Júpiter, cinco hasta Saturno, quince hasta Neptuno, veinte hasta Plutón, y más de diez mil años para alcanzar las cáscaras muertas de los cometas que giran lentamente alrededor del Sol en las tinieblas del sistema solar exterior. Sólo a partir de entonces entrarán en el reino de las estrellas.

Los transmisores de radio de los Pioneer 10 y 11 habrán callado mucho antes de alcanzar la órbita de Plutón, por no hablar de la distancia a la estrella más próxima. Están condenados a vagar pasivamente y para siempre en las profundidades del espacio interestelar. O por lo menos *probablemente* para siempre. La probabilidad de que los Pioneer 10 y 11 entren en otro sistema planetario en los próximos diez mil millones de años es muy pequeña, incluso suponiendo que cada estrella de la Vía Láctea esté provista de planetas. La causa de ello es que las distancias entre las estrellas son muy grandes y que el espacio está muy vacío. Es parecido a tirar un dardo al azar y de noche en Madison Square Garden esperando acertar uno de los veinte globos fijos a sus paredes. Hay una *cierta* probabilidad de conseguirlo, pero es increíblemente pequeña.

De todos modos, los Pioneer 10 y 11 son nuestros primeros vehículos interestelares, y contienen un mensaje. En uno de los puntales que sostienen la antena de cada nave se puso una placa de aluminio anodizado en oro de quince por veintidós centímetros, en la que se había grabado un dibujo con algunas explicaciones sobre la época y la situación en el espacio de nuestra civilización, descrito todo en un lenguaje científico que esperamos sea comprensible a una sociedad con cultura científica y sin conocimientos previos de nuestro planeta o de sus habitantes. La placa contiene también un dibujo sumario de dos representantes de la especie humana que saludan al cosmos con esperanza. Tres de los autores de la presente obra fueron responsables del diseño de las placas de los Pioneer 10 y 11, y el siguiente capítulo ofrece más detalles al respecto.

En 1974 se lanzó en una órbita muy elevada y muy circular alrededor

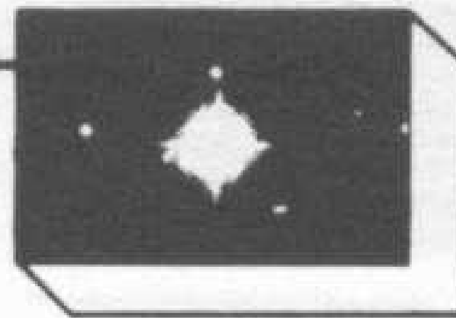


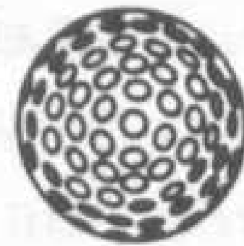
de la Tierra un pequeño satélite con un núcleo macizo de latón. Tiene unas facetas exteriores que le dan el aspecto de una gigantesca pelota de golf. Este satélite recibe el nombre de LAGEOS, acrónimo de Laser Geodynamic Satellite (Satélite Geodinámico para Laser). Una de sus tareas consiste en medir la deriva de los continentes en la Tierra, cuya velocidad típica es muy baja, del orden de dos o tres centímetros por siglo. Para poder hacer mediciones tan precisas, hay que situar al LAGEOS en una órbita muy estable, lo cual explica el núcleo de latón y la trayectoria elevada. Este satélite, al contrario de los demás, no se ve afectado por la presión de la luz solar, el roce con la atmósfera y otros factores que tienden a provocar la rápida caída de las órbitas de los satélites. Unos transmisores de laser en los continentes de la Tierra medirán con una precisión muy alta sus respectivas separaciones, haciendo rebotar las señales de laser en el LAGEOS. A medida que pase el tiempo esta separación irá variando.

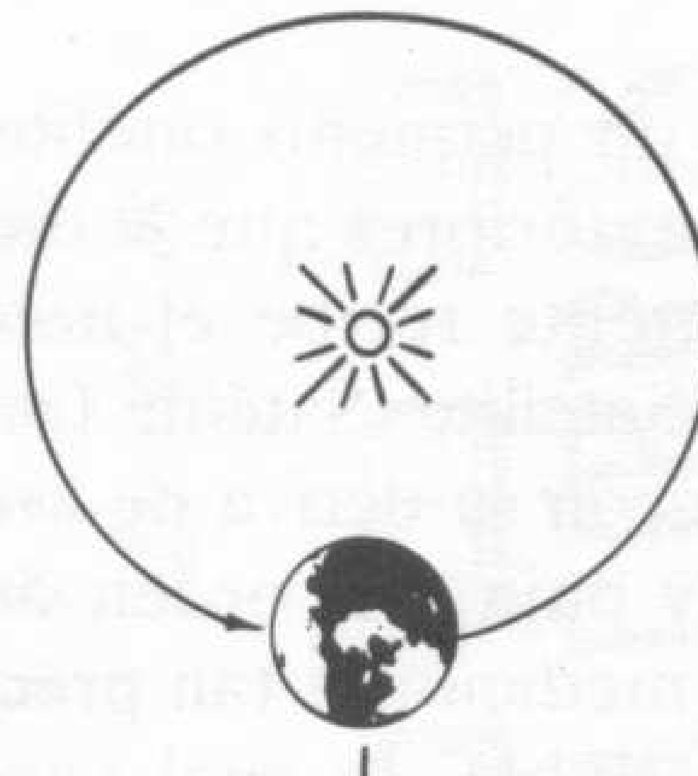
La vida estimada del LAGEOS antes de quemarse en la atmósfera terrestre es de ocho millones de años. Esta fecha está lo bastante lejana en el futuro para temer que pueda perderse una gran cantidad de información entre ahora y entonces, como la información sobre la época y el destino del mismo LAGEOS. Por este motivo la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio me pidió que diseñara una pequeña placa metálica para poner en el LAGEOS como una especie de tarjeta de visita destinada a nuestros remotos descendientes. La tarjeta dice brevemente lo siguiente: «Hace unos pocos centenares de millones de años los continentes estaban juntos, como indica el dibujo de arriba. Cuando se lanzó el LAGEOS el mapa de la Tierra tenía el aspecto del dibujo central. Dentro de ocho millones de años, cuando el LAGEOS vuelva a la Tierra, calculamos que los continentes estarán dispuestos como en el dibujo inferior. Le saludamos atentamente.» La página 10 muestra la placa del LAGEOS, y el Apéndice A da más información sobre ella.

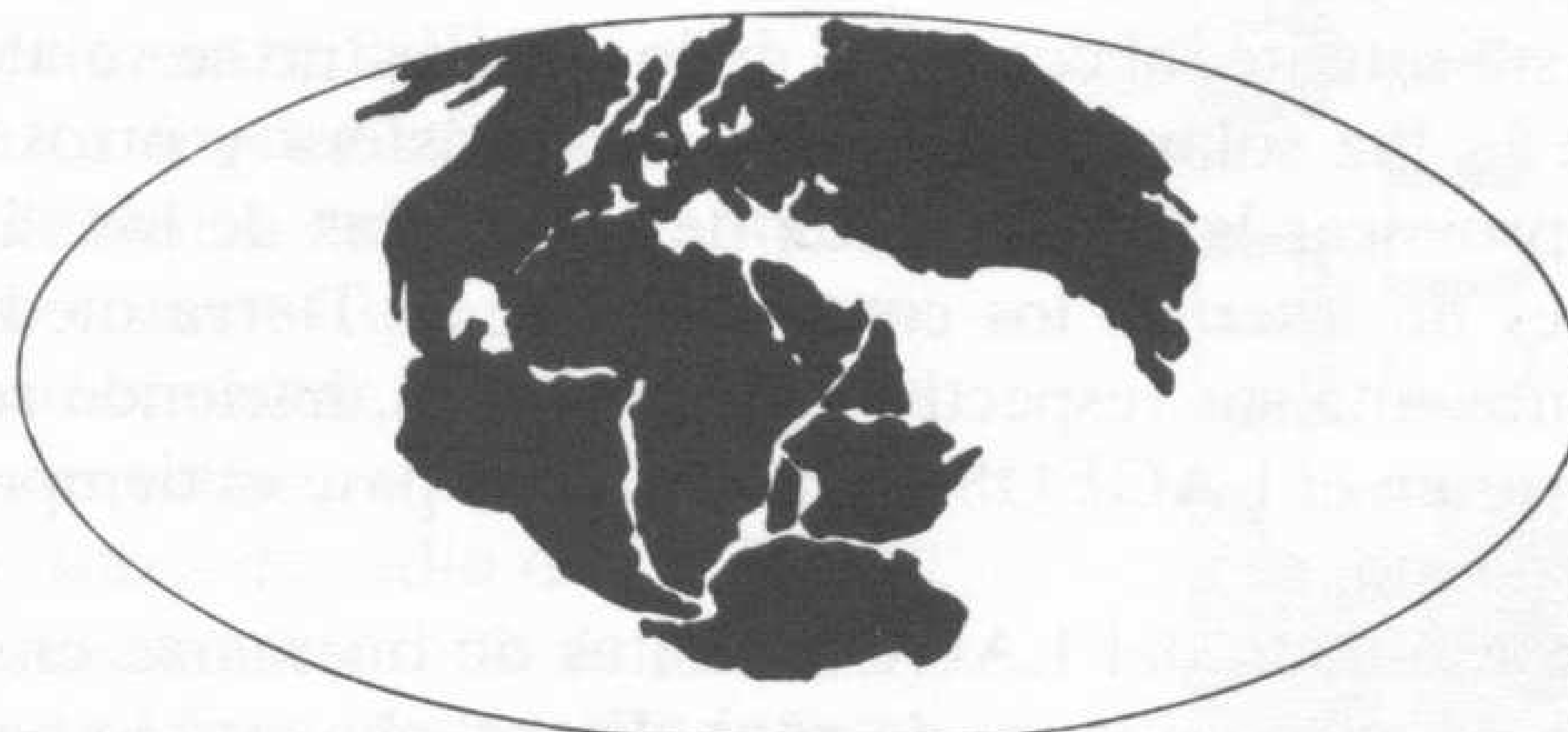
La placa del LAGEOS es una cápsula del tiempo que contiene una información muy limitada y que está destinada para el año 8000000. Como todos los mensajes de naves espaciales, es un mensaje que ha hecho auto-stop: la nave se construyó para un objetivo y la placa que le pusieron a bordo (casi siempre en el último momento) se diseñó para otro objetivo. Pero su destino es una época en el futuro mucho más remota que cualquier otra de los intentos anteriores al advenimiento de los vuelos espaciales.

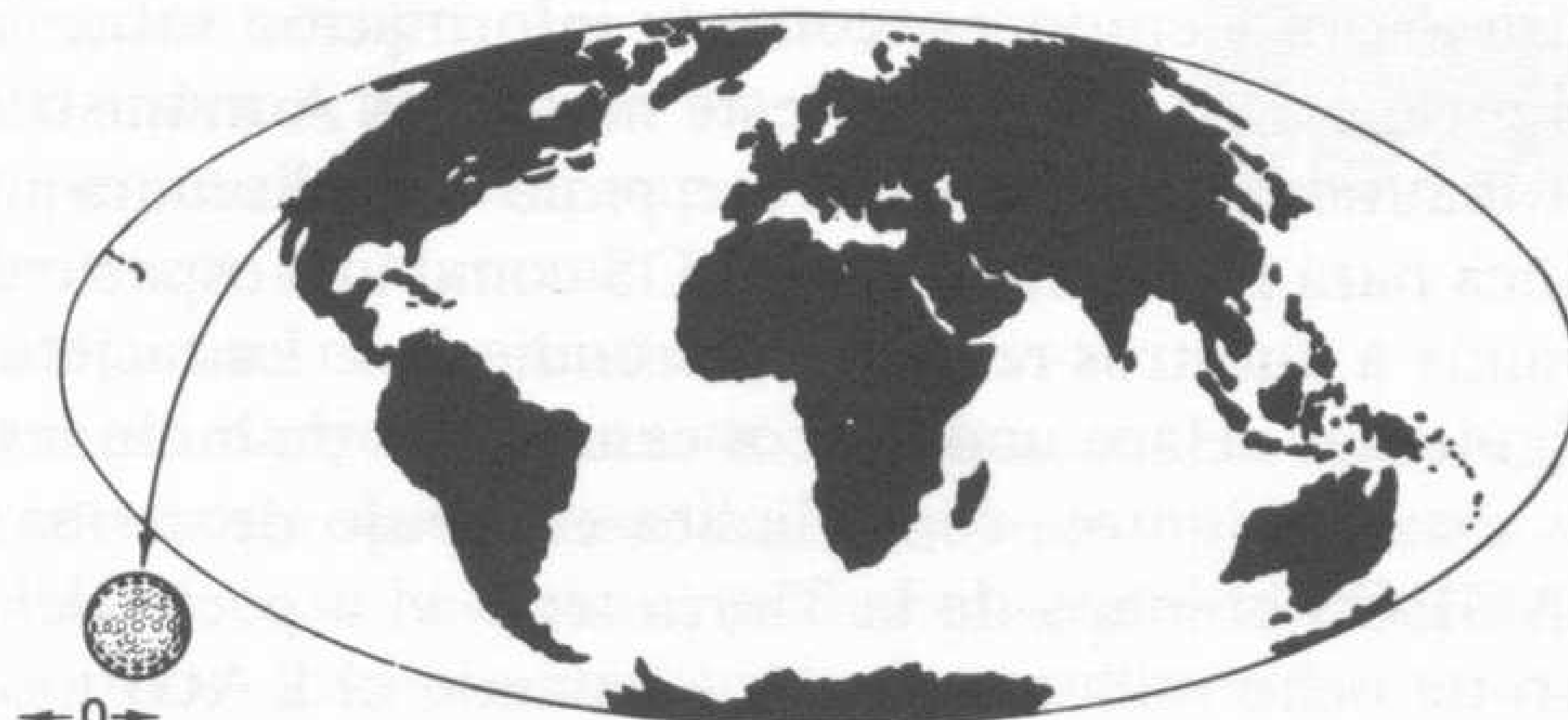
La misión Voyager llevará a cabo el primer estudio detallado y próxi-

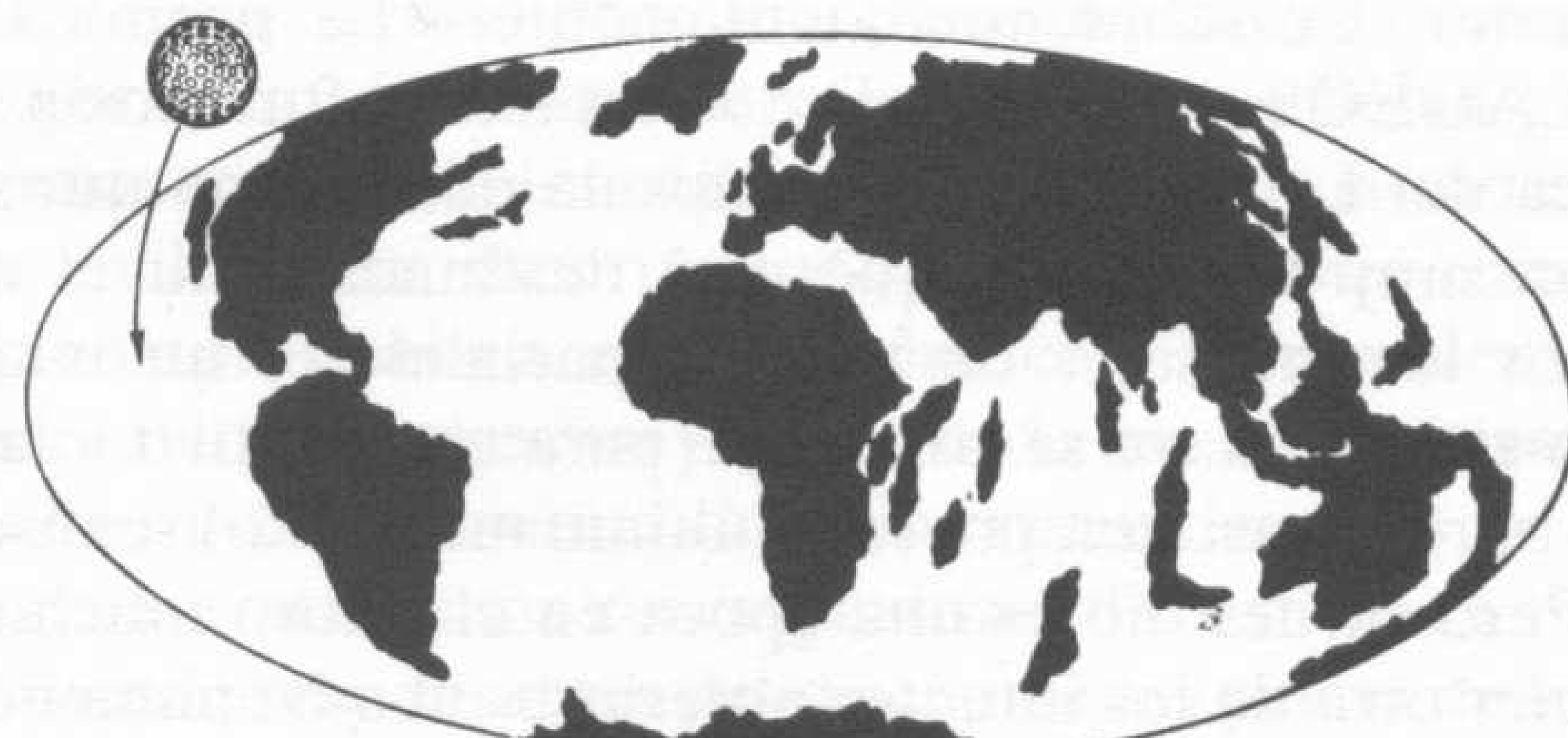




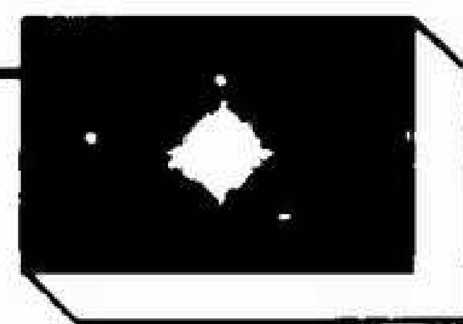








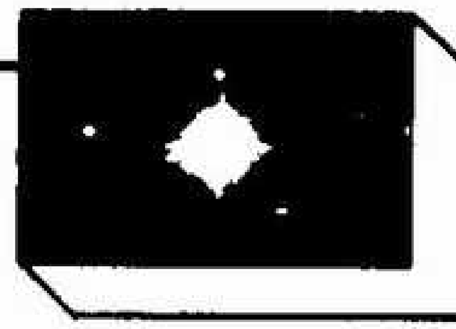
La placa a bordo de la nave espacial LAGEOS, diseñada por Carl Sagan para los habitantes de la Tierra dentro de ocho millones de años.



mo de Júpiter, Saturno, sus casi veinte lunas, y los exquisitos anillos de Saturno. Estas dos naves, llamadas antes Mariner Júpiter/Saturno se lanzaron al espacio en el verano de 1977 para llegar al sistema de Júpiter en 1979 y al sistema de Saturno en 1980/1981. Uno de los Voyagers, según lo que suceda cerca de Saturno en 1981, puede continuar explorando el sistema del planeta Urano. Las naves Voyager, como les sucedió a los Pioneer 10 y 11, se aceleran tanto al pasar cerca de Júpiter, el planeta con más masa del sistema solar, que serán proyectadas fuera del sistema solar y entrarán en órbita alrededor del centro masivo de la galaxia Vía Láctea, como el Sol y las estrellas cercanas, dando una vuelta a este centro, cada 250 millones de años, de hecho para siempre. Como se hizo con los Pioneer 10 y 11, pareció una idea agradable y llena de esperanza poner a bordo de la nave Voyager algún mensaje destinado a alguna posible civilización extraterrestre, y en diciembre de 1976, cuando yo estaba en Pasadena, California, trabajando en las operaciones de la misión de la nave espacial Viking a Marte, el director del proyecto Voyager, John Casani, me pidió que organizara la tarea de colocar un mensaje adecuado a bordo de los dos vehículos Voyager.

Mi primera idea fue hacer una ampliación modesta de la placa de los Pioneer 10 y 11, añadiendo quizás alguna información sobre biología molecular: por ejemplo sobre la estructura de nuestras proteínas y ácidos nucleicos. Organicé un pequeño grupo de científicos asesores que aconsejaran sobre el contenido del mensaje, formado por Philip Morrison, profesor de física en el Instituto de Tecnología de Massachusetts; Frank Drake, profesor de astronomía y director del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera en Cornell; A. G. W. Cameron, profesor de astronomía en Harvard; Leslie Orgel, del Instituto Salk de Investigación Biológica; B. M. Oliver, vicepresidente de investigación y desarrollo de la Hewlett-Packard Corporation; y Steven Toulmin, profesor de filosofía y pensamiento social de la Universidad de Chicago. Algunos autores de ciencia ficción con formación científica han estado meditando estos problemas desde hace mucho más tiempo que la mayoría de nosotros, y en consecuencia requerí la colaboración de mis amigos Isaac Asimov, Arthur Clarke y Robert Heinlein. Pedí la ayuda de unos cuantos científicos más, pero su trabajo les impidió unirse a nosotros.

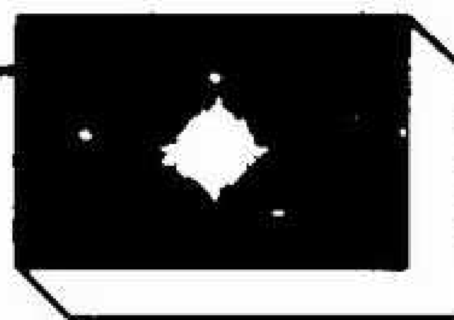
Muchos de los asesores recalcaron que la recepción del mensaje por parte de una civilización extraterrestre era como mínimo dudosa, mientras que su recepción por los habitantes de la Tierra estaba garantizada: el público tendría acceso eventualmente al contenido del mensaje, como ha



sucedido de hecho gracias a esta obra. Como dijo Oliver: «La posibilidad de que algún extraterrestre llegue a ver la placa es sólo infinitésima, pero no hay duda que la verán miles de millones de terrestres. Por lo tanto su función real es interesar al espíritu humano, hacerlo crecer, y convertir en una esperanza grata de la humanidad el posible contacto con una inteligencia extraterrestre.» Heinlein propuso que se equipara el Voyager con un reflector angular de radar, para que pudiera dar con él alguna futura generación de naves terrestres rápidas capaz de alcanzar y de aproximarse a este antiguo derelicto. Arthur Clarke, en una llamada telefónica desde Sri Lanka el 3 de enero de 1977, recomendó incluir en la placa un mensaje para nuestros remotos descendientes diciendo: «Por favor no me toquéis, dejadme continuar hacia las estrellas», mensaje que él defendía, entre otras cosas, porque era una declaración de fe en que nuestra civilización persistiría el tiempo suficiente para poder leer este mensaje.

Cameron propuso pintar la placa con una capa de uranio natural, cuyos productos de descomposición permitirían a los receptores calcular de modo aproximado el tiempo transcurrido desde el lanzamiento. Toulmin advirtió en contra de la tendencia presente en todos estos mensajes en cápsulas del tiempo de representar a los seres humanos como individuos, sin subrayar la importancia que la comunidad tiene para la especie humana. Propuso que incluyéramos alguna representación de los humanos viviendo en comunidad y cooperando entre sí. Algunos científicos dijeron que la misma nave contenía ya mucha información sobre nuestra tecnología y nuestras ciencias físicas, por lo menos implícita, y que el mensaje explícito tenía que orientarse en otra dirección.

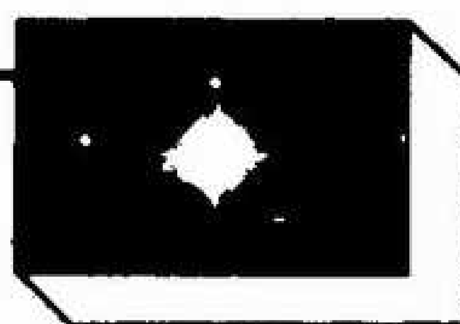
Orgel sugirió la necesidad de indicar de algún modo esquemático —quizá con líneas onduladas— que la Tierra es un planeta cubierto de agua, y de dar alguna información sobre la base molecular de la biología terrestre. Sabemos que ya las leyes de la física son idénticas en toda la galaxia, pero las moléculas que componen los seres vivos pueden ser muy distintas fuera de la Tierra. Una civilización receptora podría considerar muy valioso recibir alguna información sobre nuestros ácidos nucleicos y nuestras proteínas. Algunos asesores recomendaron que enviáramos información referente a temas no científicos. Philip Morrison propuso enviar el famoso dibujo de Leonardo da Vinci de un hombre con los brazos abiertos y alguna pieza comparable de arte oriental. Oliver propuso que enviáramos detrás de una placa Voyager una cinta magnética envasada, compatible con la grabadora magnetofónica de la nave, y conteniendo la Novena Sinfonía de Beethoven o una grabación en hilo del



mismo tipo si la vida de las impresiones magnéticas en la cinta resultara demasiado corta.

A fines de enero de 1977 se reunieron, en Honolulu, la Sociedad Astronómica Americana y su División de Ciencias Planetarias. Finalizaba mi turno de presidente de la División y me pidieron que asistiera a esta reunión; también acudió mi colega Frank Drake, de Cornell, en su calidad de nuevo miembro del consejo de la sociedad madre. Drake, en el Kawabata Cottage del Kahala Hilton, formuló la propuesta decisiva que fijó el curso subsiguiente del proyecto, a saber, que enviáramos un disco fonográfico de larga duración. La información sonora de un disco queda grabada físicamente en los surcos del disco, y por lo tanto la información podría durar mucho tiempo, un tiempo comparable o superior al que pasaría la nave por el espacio interestelar. Esto eliminó el problema que plantean la duración de las grabaciones en cinta. Además se podrían codificar imágenes en el espectro de audio de un disco de este tipo, y así podríamos enviar en el mismo espacio físico a bordo del Voyager muchas más figuras que en una placa como la del Pioneer 10 o la del LAGEOS. Descubrí más tarde que el año 1977 era el centenario de la invención del disco fonográfico por Thomas Edison (aunque la versión original fue un disco de papel de estaño), y por lo tanto un disco constituiría una buena conmemoración. (Supimos también con mucha pena que el inventor del disco de larga duración, Peter Goldmarck, falleció en accidente de coche en 1977; el disco Voyager puede considerarse también como un monumento a su genio constructivo.) Así, pues, cada nave Voyager tiene un disco fonográfico dorado dentro de una cubierta de aluminio plateado adosada a la pared exterior del compartimiento central de instrumentación. En la cubierta se han grabado instrucciones para tocar el disco, escritas en lenguaje científico. Dentro de la nave y cerca del disco están guardadas una cápsula y una aguja, ilustradas en la cubierta. El disco está listo para ser reproducido.

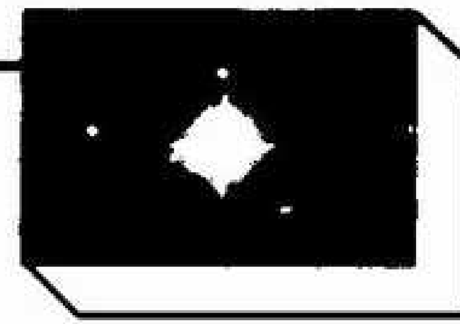
La idea de enviar un disco me encantó por un motivo diferente: podríamos enviar música. Nuestros anteriores mensajes contenían información sobre qué percibimos y cómo pensamos. Pero los seres humanos hacen mucho más que percibir y pensar. Somos seres sensitivos. Sin embargo, nuestra vida emocional es más difícil de comunicar, especialmente a seres de constitución biológica muy diferente. Se me antojó que la música era por lo menos un intento estimable de hacer sentir las emociones humanas. Quizás una civilización suficientemente avanzada habría



recopilado un repertorio de música de especies de muchos planetas y comparando nuestra música con su biblioteca podría deducir muchas cosas sobre nosotros. Me impresionó un artículo de Sebastian von Hoerner, del Observatorio Nacional de Radioastronomía en Greenbank, Virginia Occidental, en el que afirmaba que la física del sonido sólo permitía un número muy limitado de formas musicales. Quizás existe una música «universal». Además me animó una observación anterior del biólogo Lewis Thomas, presidente del Instituto Sloan-Kettering de la ciudad de Nueva York. Cuando se le preguntó qué mensaje enviaría a otras civilizaciones del espacio, Thomas contestó más o menos lo siguiente: «Yo enviaría las obras completas de Juan Sebastián Bach. Aunque esto —agregó como en un aparte— sería una baladronada.»

La relación entre la matemática y la música se ha subrayado por lo menos desde la época de Pitágoras. La armonía tiene un neto carácter musical, y es un tópico que los matemáticos y los físicos teóricos a menudo también están dotados para la composición y la interpretación musical. La pasión de Einstein por el violín no es un ejemplo aislado. Pero, si no estamos equivocados, las relaciones matemáticas deberían ser válidas para todos los planetas, biologías, culturas y filosofías. Podemos imaginar un planeta con hexafluoruro de uranio en la atmósfera o una forma de vida que se alimente principalmente de polvo interestelar, aunque estos ejemplos sean muy improbables. Pero no podemos imaginar una civilización para la cual uno más uno no sean dos o para la cual exista un entero intercalado entre ocho y nueve. Es por este motivo que quizá las relaciones matemáticas simples sean medios de comunicación entre especies diversas más apropiados que las referencias a la física y a la astronomía. La parte inicial de la información gráfica del disco Voyager es rica en aritmética, proporcionando también una especie de diccionario para la información matemática sencilla contenida en figuras posteriores, como el tamaño de un ser humano. Debido a la relación existente entre la música y las matemáticas, y a la prevista universalidad de las matemáticas, puede ser que la ofrenda musical del disco Voyager sirva para comunicar muchas más cosas, aparte de nuestras emociones.

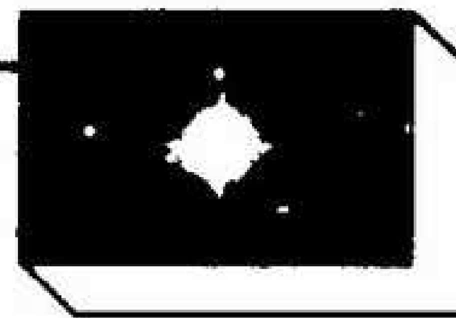
Unos meses después del lanzamiento al espacio de los discos Voyager, se estrenó un film de ciencia ficción llamado *Encuentros en la tercera fase* que presenta un contacto, no de radio sino físico, entre una civilización extraterrestre avanzada y nosotros. Al contrario del caso Voyager, se supone que los extraterrestres visitan la Tierra en lugar de enviar nosotros un representante de la Tierra a través del espacio interestelar. A



pesar de la aceptación crédula de varias historias relativas a objetos volantes no identificados, el film tiene por lo menos una virtud: los mensajes iniciales eran ingenuos, pero por lo menos matemáticos (indicando las coordenadas geográficas de una cita futura) y musicales. De hecho la escena culminante del film presenta una especie de fuga entre órganos electrónicos terrestre y extraterrestre.

Contacté con Tom Shepard, vicepresidente de la División Red Seal de discos RCA, y pude contar con la buena disposición de Red Seal para ayudarnos en las primeras fases del diseño técnico del disco. La impresión de un disco normal de vinilo de larga duración y treinta centímetros se realiza a partir de un molde que a su vez se fabrica a partir de una matriz positiva de cobre o de níquel. Puesto que disponíamos de la tecnología necesaria para esta grabación, parecía ideal enviar una matriz a las estrellas. Su resistencia a la erosión en el espacio sería bastante mayor que la de un disco normal de vinilo. Pero el níquel es ferromagnético, y una matriz de níquel podría causar interferencias con los delicados experimentos de detección de campos magnéticos del Voyager, por lo tanto nos decidimos por una matriz de cobre. En aquellos días, febrero y marzo de 1977, pensábamos en un disco reproducido a la velocidad convencional de 33 $^1/_3$ revoluciones por minuto, y por lo tanto el tiempo de audición disponible en una cara sería de unos veintisiete minutos, o de cincuenta y cuatro minutos en las dos caras. Una cara contendría la música y la otra la información no musical, por ejemplo las figuras.

¿Pero qué música? Veintisiete minutos apenas cubren dos movimientos de una sinfonía. ¿Cómo íbamos a enviar una representación de la música del planeta Tierra con toda su gama de tonos emocionales y de diversidad cultural en veintisiete minutos? Pedí ayuda a muchas personas. Jonathan Cott, director de Rolling Stone, y Ann Druyan, escritora, me sugirieron que hablara con Robert E. Brown, director ejecutivo del Centro de Música Mundial de Berkeley y con Alan Lomax, director del Proyecto Cantométrico de la Universidad de Columbia en la ciudad de Nueva York. Las recomendaciones de Brown están reproducidas en el Apéndice C, y sus comentarios constituyen la primera declaración coherente que recibimos sobre los posibles principios a seguir para incluir toda la diversidad de la música humana. Otro conjunto inicial de recomendaciones —las de Jon Lomberg de la Canadian Broadcasting Corporation— aparecen en forma de tabla en el Apéndice D. Murry Sidlin, director titular por aquel entonces de la Orquesta Sinfónica Nacional de Washington y actualmente director musical de la Orquesta Sinfónica de New Haven y de la Filarmóni-

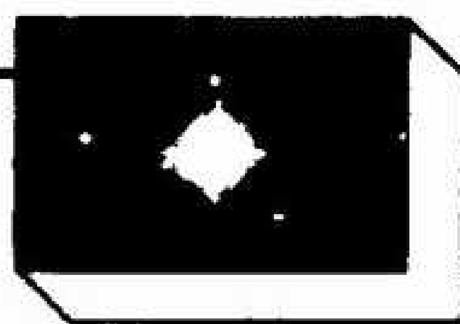


ca de Tulsa, formuló una serie de propuestas tanto para la música clásica occidental como para la música de otras culturas, entre ellas la idea feliz de hacer seguir los últimos cuatro minutos y medio de la *Consagración de la Primavera* de Stravinski por el Preludio y Fuga en do, número 1, del Libro segundo del *Clavecín bien templado* de Bach. Dijo que el contraste emocional sería impresionante.

La recomendación de Brown suponía cuarenta y ocho minutos de música y no hay duda que hubiese preferido disponer todavía de más tiempo. Sidlin recalcó la importancia de incluir selecciones musicales completas en lugar de fragmentos; y esto aumentaría mucho el tiempo necesario, especialmente con la música clásica occidental. Lomberg, dijo independientemente de Lewis Thomas que un cierto número de piezas del mismo compositor o piezas de forma idéntica, como la fuga, iluminarían nuestra música y nuestro propósito.

Alan Lomax ha dedicado su vida a grabar la música étnica del mundo y a salvarla de la oscuridad y la negligencia. Su Proyecto Cantométrico se ha convertido en una clasificación por computadora de casi todos los estilos musicales grabados. Pudimos finalmente entrar en contacto con él cuando hubo regresado de un extenso viaje al extranjero. La mayor parte de la música del disco Voyager que no pertenece a las tradiciones clásicas orientales u occidentales nos fue recomendada por Lomax. Defendió de modo persistente y enérgico la inclusión de música étnica a expensas de la música clásica occidental, y las piezas que nos hizo escuchar eran tan impresionantes y bellas que aceptamos sus proposiciones con mayor frecuencia de lo que hubiésemos imaginado posible. Por ejemplo, no quedó espacio en nuestra selección para Debussy porque etnomusicólogos conocidos por Lomax habían grabado piezas tan exquisitas como las de los azerbaijanos tocando gaitas o las de los peruanos tocando sus flautas.

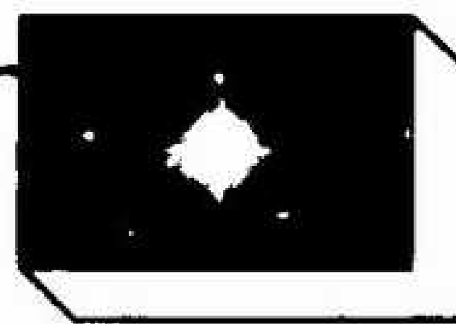
Al igual que Robert Bown, Alan Lomax tenía una lista básica propuesta de música para incluir en el disco, que sólo acomodamos parcialmente. Lomax, después de muchas décadas de trabajo, cree que las diferentes fases del desarrollo social, económico y tecnológico de la civilización quedan reflejadas de modo característico en ciertos estilos musicales: por ejemplo, la música del cazador, la música del recolector, la música agrícola, etc. Cuando Lomax puso para Ann por primera vez la vertiginosa aria búlgara de la pastora de Valya Balkanska, se puso espontáneamente a bailar. «¿Oyes esto, encanto?», dijo lánguidamente acercándose a mí con la sonrisa en los labios. «Esto es Europa. Éstos fueron los primeros que tuvieron suficiente comida.» Si las ideas de Lomax son



correctas, habría sido posible comunicar algo sobre la evolución de las civilizaciones humanas recurriendo únicamente a los motivos musicales. Pero la falta de tiempo y otros apremios nos impidieron prestar oído de modo plenamente crítico a sus propuestas. (Al igual que hacen actualmente muchas personas que se dedican a la conservación de especies salvajes, anotando y preservando las que están amenazadas, también Lomax ha dedicado su vida a la preservación de la música popular y étnica que corre peligro de desaparición. Su Proyecto Cantométrico funciona con un presupuesto escandalosamente reducido y merece mucha más atención y apoyo. Le agradecemos especialmente que nos haya permitido ampliar nuestras perspectivas musicales transculturales, y que haya aumentado también sustancialmente la belleza de la ofrenda musical del disco Voyager.)

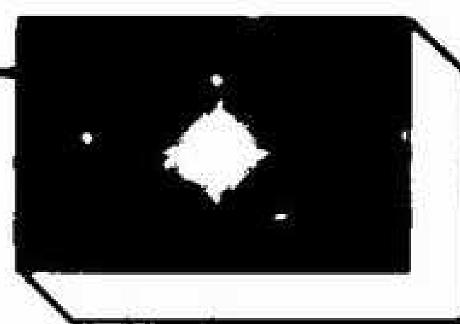
Por aquel entonces había pedido a mis amigos Timothy Ferris y Ann Druyan que prestaran su ayuda al proyecto del disco. Ambos tenían una sólida formación musical y estaban entusiasmados con la idea de enviar música a las estrellas. Ferris se encargó de muchos aspectos organizativos del proyecto, especialmente en el apartado musical, y Druyan aportó contribuciones vitales a todos los aspectos no gráficos del contenido del disco. Por suerte, John Casani, del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA, me había proporcionado una cierta cantidad de dinero, gracias al cual el proyecto pudo remunerar parcialmente el tiempo dedicado a él por estas personas de talento. Con estos fondos estuve también en disposición de integrar a Jon Lomberg en el proyecto. Estas personas dedicaron a este trabajo una gran cantidad de tiempo sin cobrarlo; y todos los demás, con unas pocas excepciones, contribuyeron gratis con su tiempo y su talento. Destaqué a Lomberg para que trabajara colaborando estrechamente con Frank Drake en la selección y diseño de la parte gráfica del mensaje. Druyan organizó un ensayo de audio: «Los sonidos de la Tierra»; es decir, una secuencia evolutiva del desarrollo de nuestro planeta, la vida, los seres humanos y la civilización técnica responsable de la misión Voyager.

Ferris y yo estudiamos un cierto número de sistemas para aumentar el tiempo de audio disponible. La idea de enviar el equivalente de cuatro caras en forma de dos discos unidos violaba la escala temporal del proyecto: se habían tenido ya en cuenta las implicaciones térmicas de un único disco montado en el exterior de la nave. Para que los objetivos científicos de las misiones de este tipo puedan cumplirse, hay que controlar con mucha precisión la temperatura de los delicados elementos electrónicos a



bordo de la nave interplanetaria. Si se aumentaba el número de minutos por cara, superando en mucho los veintisiete o veintiocho minutos, a base de utilizar un intervalo entre surcos más fino, habría una pérdida importante de fidelidad. Al final nos decidimos a proyectar el disco para una velocidad de reproducción de 16 $^{2}/_{3}$ revoluciones por minuto, lo cual supondría una cierta disminución de la fidelidad pero no una pérdida muy grave, o eso creemos, sobre todo si los receptores eran tan inteligentes como necesitaban serlo ya de entrada para llegar a hacerse con el disco. Disponíamos ya de casi noventa minutos de música, y nos sentimos más satisfechos porque podíamos hacer más justicia a la variedad, profundidad y fascinación de la música del mundo. Pero esta decisión se tomó incómodamente tarde, dentro del implacable programa de desarrollo típico de una misión espacial importante. No nos quedó mucho tiempo para las selecciones.

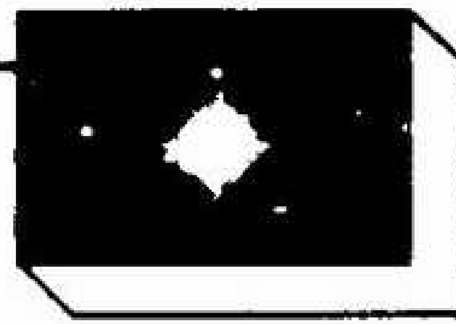
Para dar una idea de las decisiones que había que tomar, voy a describir una reunión celebrada el 14 de mayo de 1977 en Washington, D. C., que duró hasta las tres de la madrugada siguiente. Yo había asistido a una reunión del Consejo de la Institución Smithsoniana, y Druyan, Ferris, Linda Sagan y Wendy Gradison, de mi equipo, habían pasado parte de su tiempo revisando la colección no musical de sonido de la Biblioteca del Congreso. Nos reunimos en una oficina del Smithsoniano, también con Murry Sidlin y su esposa Debby, donde había un pequeño sistema de alta fidelidad y un retrato en la pared a gran tamaño de Louis Armstrong que nos instaba a avanzar. La música del mundo es muy rica, y gran parte de ella es desconocida incluso para músicos profesionales. Está claro que no existe una respuesta correcta al problema de seleccionar música para enviarla a las estrellas; hay tantas respuestas como personas intenten tomar esta decisión. En este caso la decisión estaba en mis manos. Se discutieron muchos temas. Acababa de preguntar yo a Fred Eggens de la Universidad de Chicago, especialista en las culturas americanas nativas, sobre algunas posibilidades alternativas de selección en música india americana. Una decisión importante en el repertorio de música clásica era saber si enviábamos varias piezas de Beethoven y de Bach a costa de Haydn, por ejemplo, o de Wagner o Debussy, postura a la que se oponía vigorosamente Murry Sidlin. Pero yo era muy sensible a la idea de que Bach y Beethoven representan lo mejor dentro de la tradición musical de Occidente, la cultura que lanzaba la nave al espacio. Una vez hube tomado esta decisión, Sidlin nos ayudó mucho y colaboró decisivamente en las selecciones individuales.



Un punto a debatir era si enviábamos o no la versión por Miles Davis del *Summertime* de Gershwin. Por una parte se decía que la pieza era una agradable mixtura transcultural de motivos musicales africanos y americanos; pero la opinión que triunfó fue que la tradición negra en América había sido una fuente importante, si no la principal, de la valiosa música indígena americana y había que preservarla sin estorbos. Sidlin llamó a Martin Williams, el conservador de jazz del Smithsoniano, para pedirle consejo. Se presentó por teléfono y le explicó lo que estábamos haciendo, pero Williams le interrumpió: «Bueno, veamos si lo he entendido bien. ¿Me llamáis a casa a las once de un domingo por la noche para preguntarme qué clase de jazz hay que enviar a las estrellas?», Sidlin confesó que en resumen así era y Williams —como todos los expertos a los que acudimos— nos ayudó mucho.

Las cuatro piezas de música americana que decidimos incluir al final fueron una canción nocturna de los navajos y tres piezas de la tradición musical negra norteamericana. Una de ellas, el *Melancholy Blues* de Louis Armstrong, que Alan Lomax nos proporcionó más tarde, me recordará siempre el rostro de Armstrong contemplándonos desde la pared durante nuestra *jam session.*

En otros momentos hubo largos debates sobre los cantos gregorianos, Charles Ives y Bob Dylan (¿se aguantaría la música si las palabras resultaban incomprensibles?); sobre la inclusión de más de una composición búlgara o peruana; una canción de cuna apache (y el papel de los apaches entre los americanos nativos); la definición de música del Próximo oriente; sobre la inclusión de música tocada por supuestos simpatizantes nazis; sobre la inclusión de música interpretada por Pablo Casals, cuyo espíritu admirábamos mucho, pero cuyos discos eran de pobre calidad; qué versión del Segundo concierto de Brandeburgo; los Jefferson Starship, que cedieron su música amablemente para el disco; Haydn, Vivaldi, Wagner, Chaikovski, Purcell, Copland, Rimski-Kórsakov, Debussy, Puccini, Händel, Schönberg y Shostakóvich; Elvis Presley; y música country y del oeste, calificada como la música que más gustaba a los que ponían realmente las tuercas y los tornillos de la nave espacial. Queríamos enviar *Here Comes the Sun* de los Beatles, y los cuatro Beatles dieron su aprobación. Pero los Beatles no poseían el copyright, y la situación legal de la pieza nos pareció demasiado turbia para poder arriesgarnos a ello. En muchas ocasiones expresamos nuestra pena por no haber podido incluir a estos compositores y músicos —principalmente por motivos de tiempo y de espacio— y nos imaginamos un dibujo de todos ellos reunidos en Cabo



Cañaveral mirando melancólicamente cómo lanzaban el Voyager a las estrellas sin ellos. Jon Lomberg fue el responsable directo de la inclusión del aria de la Reina de la Noche de la *Flauta Mágica* de Mozart, y de la Partita número 3 de Bach para violín solo. Ann Druyan llevó a cabo toda una multitud de contribuciones esenciales, en los aspectos creativo y organizativo del proyecto, y no puedo resistir la tentación de citar uno de sus recuerdos.

«Robert Brown había situado en primera posición de su lista de música del mundo para el espacio exterior a *Jaat Kahan Ho* de Surshri Kesar Bai Kerkar —escribe Ann—. Era un disco viejo que se había agotado recientemente. Después de recorrer una veintena de tiendas de discos sin encontrarlo, llamé por teléfono a Brown pidiéndole que sugiriera una raga de recambio.

»Él se negó.

»—¿Qué va a pasar ahora si no encontramos un ejemplar a tiempo para incluirlo en el disco? —contesté para convencerlo. Disponíamos sólo de tres días para completar el repertorio. Me preocupaba terriblemente que la música india, una de las tradiciones más intrincadas y fascinantes del mundo, dejara de estar representada.

»—Continúe buscando —dijo él.

»Cuando le llamé al día siguiente después de una serie de conversaciones sin éxito con bibliotecarios y agregados culturales, estaba desesperada.

»—Le prometo que continuaré buscando *Jaat Kahan Ho*, pero es totalmente necesario que me dé el nombre de una pieza como último recurso. ¿Qué pieza le sigue?

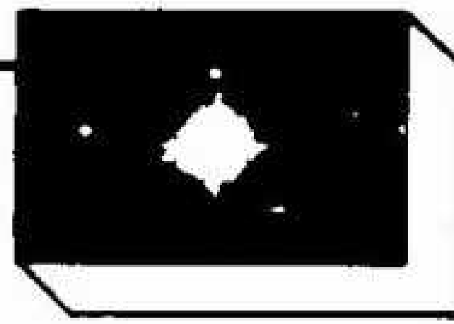
»—No hay nada que se le parezca —insistió—. Continúe buscando.

»Los otros etnomusicólogos a los que acudí me dijeron que confiara en él. Empecé a llamar a restaurantes indios.

»Hay una tienda de recambios en la Avenida de Lexington en los Twenties de Nueva York, propiedad de una familia india. Debajo de una mesa de jugar a cartas cubierta por un tapete de madrás hay una caja polvorienta de cartón marrón con tres ejemplares por estrenar de *Jaat Kahan Ho*. Mi propuesta de comprar los tres discos provoca una serie de animadas especulaciones por parte de los dueños. Salgo disparada de la tienda y me voy a casa a poner el disco.

»Es una música estremecedora. Telefoneo a Brown y descubro que le estoy dando profusamente las gracias.»

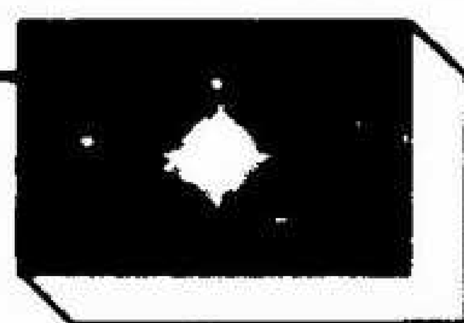
Diez años antes Ann había escuchado por primera vez la cavatina del



Cuarteto de cuerda número 13 en si mayor, opus 130, de Beethoven y se conmovió tanto que en aquel momento y en muchas ocasiones posteriores se preguntó cómo podría agradecer a Beethoven la experiencia que le había ofrecido. El disco Voyager paga por lo menos en parte esta deuda.

La ordenación concreta de las composiciones en el disco se basó en varios criterios distintos. No quisimos crear en el disco un ghetto musical de música europea occidental, y yuxtapusimos a propósito música de muchas culturas. En algunos casos las piezas están asociadas debido a un contraste emocional y tonal, debido a una común demostración de virtuosismo solista en instrumentos muy diferentes, o debido a una semejanza de instrumentos o de estilos rítmicos y melódicos entre culturas aparentemente dispares. En una ocasión nos propusimos reunir las cinco o seis piezas que nos pareciesen más inolvidables porque creíamos que expresaban una especie de soledad cósmica. Las dos últimas composiciones, *Dark Was the Night* y la cavatina de Beethoven, entran claramente en esta categoría: creemos que expresan un deseo de contacto con otros seres en las profundidades del espacio, una expresión musical del mensaje principal del disco Voyager.

Tuvimos mucho cuidado en todas las selecciones musicales para que fueran una representación lo más justa posible en función de la distribución geográfica, étnica y cultural, del estilo de música, y de la conexión con otras piezas seleccionadas. Después de discutirlo algo habíamos seleccionado provisionalmente, como representante de la música «rusa», una selección de contrabajo, balalaika y coro llamada *El joven buhonero*, con Nicolai Gedda de solista. Estaba llena de vigor y era más o menos típica de la música popular rusa; nos la había sugerido Murry Sidlin. Pero teníamos algunas dudas. Gedda era escandinavo, hijo de padres rusos blancos. ¿Era un exponente auténtico de la música popular rusa? ¿Cómo resiste la autenticidad de una cultura popular a una revolución importante como la de 1917 en Rusia? ¿Era la composición demasiado basta? ¿Era posible que el tema divertido de la pieza —un empresario capitalista que se dedica a seducir a mujeres jóvenes— fuera considerado ofensivo o por lo menos atípico por los ciudadanos actuales de la URSS? Para dar respuesta a todas estas dudas telegrafié a un colega científico de Moscú, esbozando brevemente nuestros criterios e indicando que, por lo menos de momento, nos habíamos decidido por esta versión concreta de *El joven buhonero*, como representativa de la música popular rusa. ¿Podría sugerirnos algo mejor? La fecha tope, cercana, pero no imposible, para enviarnos la respuesta llegó y pasó sin que nos llegara nada de la URSS.

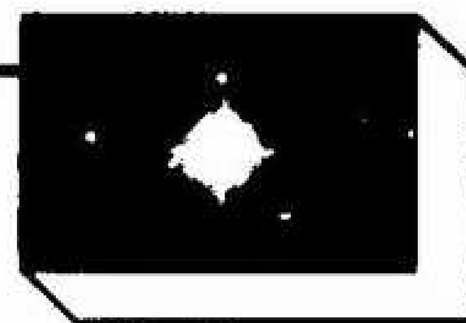


Muchas semanas después —y demasiado tarde para afectar al resultado— nos llegó la respuesta: se nos proponía una pieza alternativa llamada *Noches de Moscú*. Resultó que era una especie de Mantovani soviético, la música más blanda, menos polémica y también menos interesante que pudiera imaginarse. Me enteré después que mi solicitud había recibido una atención muy seria, que había flotado hasta la cumbre de la jerarquía científica de la Academia de Ciencias de la URSS y posiblemente más alto todavía. Se produjeron debates en los que se citaba a Lenin para demostrar que incluso aspectos capitalistas de la cultura rusa prerrevolucionaria eran importantes y dignos de conservación. Pero es evidente que esta opinión no prevaleció.

Por fortuna habíamos seleccionado ya algo que en mi opinión era mucho mejor; Alan Lomax había llamado nuestra atención sobre la espléndida pieza *Tchakrulo,* de Georgia, en la URSS. El tema era una revuelta contra un terrateniente tirano. En el caso ideal habríamos realizado extensas consultas con diversos expertos musicales de muchas naciones; si bien pudimos hacerlo en algunos casos —como en el de la música china seleccionada— nuestras limitaciones de tiempo, de presupuesto y de organización eran tales que no pudimos recurrir a ello con tanta frecuencia como hubiese deseado. El artículo de Timothy Ferris «La música del Voyager» incluido en la presente obra, y que contiene un buen sumario de las piezas elegidas, presenta una discusión detallada de nuestras selecciones musicales definitivas, que Ann describió en *The New York Times* como los «Mayores hits de la Tierra».

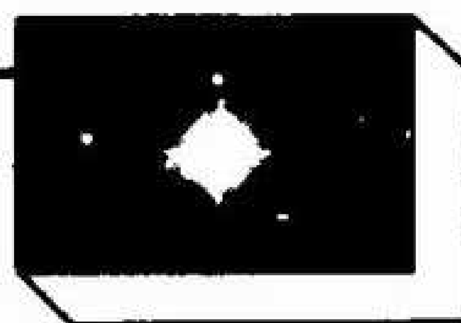
A fines de mayo de 1977 empezaba a emerger claramente la configuración general de las selecciones musicales. Cada selección tenía que ir acompañada por su respectivo permiso, porque la Convención Internacional de los Derechos de Autor limita la reproducción de una pieza musical «sea cual sea su objetivo», incluyendo seguramente los objetivos extraterrestres. De hecho se pagaron para los modelos de vuelo unos derechos de unos pocos centavos por pieza. Conseguir el derecho de reproducción es a veçes una tarea logísticamente complicada, y la NASA, que es una agencia del gobierno de los Estados Unidos, quería estar completamente segura de que cumplía con la convención de los derechos de autor en todos los detalles imaginables.

Confiábamos que la División Red Seal de la RCA Victor estaría en disposición de conseguirnos estos permisos de reproducción, y de ayudarnos en la producción concreta de las matrices de vuelo. Su ayuda había sido ya decisiva en la decisión en favor de las 16 $^2/_3$ revoluciones por



minuto y en la elección del material de la matriz. Pero cuando Tom Shepard descubrió que unas selecciones musicales provisionales incluían como máximo una pieza grabada por la RCA Victor, nos sugirió amablemente que quizá le resultaría difícil a la RCA continuar ayudándonos. Habíamos seleccionado el repertorio musical sin tener en cuenta en absoluto el fabricante del disco; pero descubrimos que un número respetable de nuestras selecciones estaban grabadas por Discos Columbia. No es tan fácil como podría imaginarse llamar en poco tiempo la atención del presidente de una compañía comercial y competitiva de discos para cualquier iniciativa, y mucho menos para que nos proporcionara libremente los recursos de su empresa para enviar un disco a las estrellas, donde, a pesar de que existan muchos oyentes potenciales, no es probable que la cosa repercuta en los beneficios de la empresa, por lo menos en el futuro próximo. Pero al final Discos CBS, totalmente en calidad de servicio público, consiguió todos los permisos, mezcló la música, las salutaciones y los sonidos y grabó las matrices de cera a partir de las cuales se fabrican las matrices metálicas. Los permisos mundiales se consiguieron en un plazo increíblemente breve. Puesto que el proyecto era imposible que aumentara de ningún modo las ganancias de la empresa Discos CBS, su cooperación, aunque en algunos sectores fue reluctante, en conjunto fue verdaderamente notable.

Mientras tanto se producían acontecimientos interesantes en otro frente. Las placas de los Pioneer 10 y 11 habían sido en su sentido más fundamental tarjetas visuales de salutación. Los discos Voyager eran mensajes tanto en el dominio de audio como en el óptico, y se planteó de modo natural la conveniencia de que también contuvieran saludos explícitos. Hay una mínima posibilidad de que las civilizaciones extraterrestres —en la época de recuperación del Voyager— puedan tener algún conocimiento de los idiomas humanos, quizá mediante la interceptación ocasional de emisiones de televisión procedentes del planeta Tierra. Desde luego que imaginar esto supone como mínimo picar muy alto. La situación con mucho más probable es que un oyente extraterrestre no vaya a entender en absoluto ningún lenguaje humano si no consiguió antes hacerse con un texto elemental de enseñanza. Sin embargo, el lenguaje hablado por el hombre podría tener un cierto interés; y para que el disco fuese una salutación era evidente que tenía que incluir un «Hola». Pero un «Hola» en inglés o en cualquier otro idioma único parecía algo muy chauvinista. El mensaje en su sentido fundamental tenía que proceder de toda la humanidad; por lo tanto tenía que incluir salutaciones en los

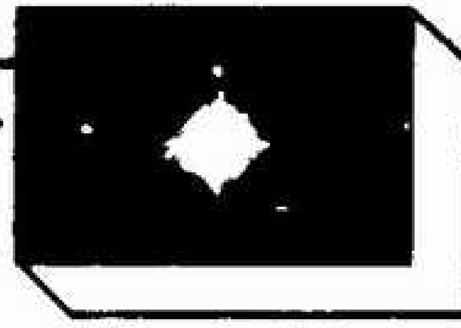


idiomas de por lo menos una proporción importante de la humanidad.

Pensé, quizá con excesiva ingenuidad, que la organización más adecuada para decir «Hola» al cosmos en unas cuantas docenas de idiomas serían las Naciones Unidas. En otoño de 1976 me habían invitado para hacer un discurso ante la Asamblea General de la ONU sobre exploración espacial, y tuve ocasión de hablar con varios miembros de la Misión americana en las Naciones Unidas y con miembros del «Comité para el Espacio exterior» de la ONU. Pero la Misión de los Estados Unidos me informó que en una cuestión de tanta importancia como decir «Hola» no podía actuar por cuenta propia. Probé entonces con el Comité para el Espacio exterior, pero el comité me respondió que no podía iniciar de por sí ninguna «acción»; sólo podían hacerlo delegaciones nacionales. Volví, pues, a la misión de los Estados Unidos. Sólo actuaría si así se lo indicaba el Departamento de Estado. Pero pronto supe que el Departamento de Estado sólo actuaría a petición de la NASA, con una firme garantía por parte de la NASA de que habría realmente un disco Voyager y de que se incluiría en él una salutación de las Naciones Unidas.

Esto planteaba otro dilema. Si bien mi comité de pacotilla formado por profesionales y por aficionados con talento trabajaba bajo los auspicios de la NASA, la misma NASA se reservaba todavía el derecho de vetar nuestras actividades o en último extremo de decidirse a no incluir nuestro disco. Y de hecho cuando se filtraron en la prensa, en época posterior, algunas de nuestras actividades, la postura oficial en la Oficina de Información pública de la NASA fue que no se había tomado en absoluto ninguna decisión sobre la inclusión de un disco en la nave espacial Voyager. Este Catch-22 burocrático se hizo todavía más enrevesado. Me informaron de que había metido la pata al formular directamente una petición al Comité para el Espacio exterior de la ONU, porque en algunos sectores de la Organización de las Naciones Unidas se consideraba ahora el proyecto del disco Voyager como una empresa que podía redundar en favor de los Estados Unidos y, por lo tanto, se oponían a él por estos únicos motivos.

Yo había propuesto que se reservara un día o dos en la sede de la ONU en Nueva York y que un delegado de cada nación miembro pasara por el estudio de sonido de la ONU en algún momento de este período y dijera «Hola» en su idioma nativo. Confiaba en que una mitad de las voces, aproximadamente, fuera masculina y una mitad femenina, a fin de reflejar la distribución de sexos en el planeta Tierra. Me dijeron que esto era muy difícil por motivos totalmente distintos. Casi todos los jefes de

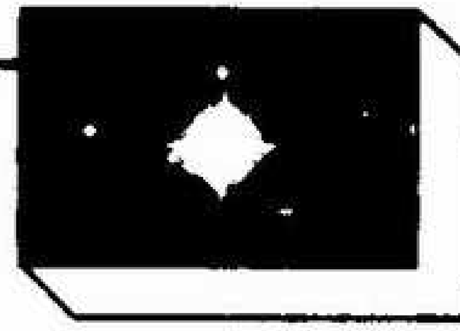


delegaciones eran hombres, y no era probable que delegaran el privilegio de decir «Hola» a las estrellas a otra persona. Además, ¿qué pasaría si el jefe de la delegación estaba ausente de las Naciones Unidas aquel día? No, mi proposición era totalmente impracticable, aunque la formulara la Delegación de los Estados Unidos; lo era incluso si la formulaba el secretario general.

Me propusieron como alternativa que cada miembro del Comité para el Espacio exterior de las Naciones Unidas dijera su «Hola» y que enviáramos estas voces al cosmos. El problema con esa idea era que los idiomas representados accidentalmente en este comité no se corresponden mucho con los idiomas más hablados en la Tierra. China, por ejemplo, no pertenece al Comité para el Espacio exterior. Y además, el Comité para el Espacio exterior tenía que *votar* para saber si diría «Hola» y su próxima reunión sería en Europa a fines de junio. Les expliqué que aunque las salutaciones del Comité para el Espacio exterior fueran deseables, el calendario de lanzamiento del Voyager no permitiría tales retrasos. ¿No sería posible, me preguntaron con toda seriedad, aplazar el lanzamiento del Voyager?

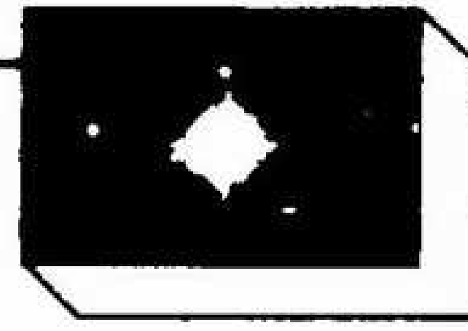
Me dirigí pidiendo ayuda a Arnold Frutkin, administrador asociado de la NASA para los asuntos internacionales. Frutkin consiguió al final que el Departamento de Estado diera instrucciones a la misión de los Estados Unidos en las Naciones Unidas para que diera su ayuda a este proyecto y también entró en contacto directamente con el secretario general de las Naciones Unidas, Kurt Waldheim. Pero de nuevo el tiempo se estaba acabando. Y finalmente en la tarde del 1 de junio de 1977, la NASA me informó que el día siguiente tendría lugar una sesión de grabación en las Naciones Unidas. No había habido aviso previo, ni se me había dicho nada sobre el formato de las salutaciones que se pronunciarían. Pedí a Timothy Ferris, que vivía en Nueva York, que asistiera a esta reunión y que tratara de organizarla de acuerdo con las líneas que necesitábamos. Quería sobre todo estar seguro de que las salutaciones serían muy breves; el tiempo disponible en el disco Voyager para las salutaciones estaba estrictamente limitado.

Ferris, al llegar, encontró reunido un subconjunto de miembros del Comité para el Espacio exterior de la ONU, sin que estuviera representado en él ni una aproximación aceptable de los idiomas que se hablan en la Tierra. A pesar de que la Unión Soviética forma parte del Comité para el Espacio exterior, no había ningún delegado que hablara ruso en la reunión. Se le permitió a Ferris hacer una declaración preliminar, en la que



En mi calidad de secretario general de las Naciones Unidas, una organización de 147 estados miembros que representa a casi todos los habitantes humanos del planeta Tierra, envío saludos de parte del pueblo de nuestro planeta. Damos un paso fuera de nuestro sistema solar y salimos al universo buscando únicamente paz y amistad, para enseñar si se nos pide y para aprender si somos afortunados. Sabemos muy bien que nuestro planeta y todos sus habitantes no son más que una pequeña parte del inmenso universo que nos rodea, y damos este paso con humildad y esperanza.

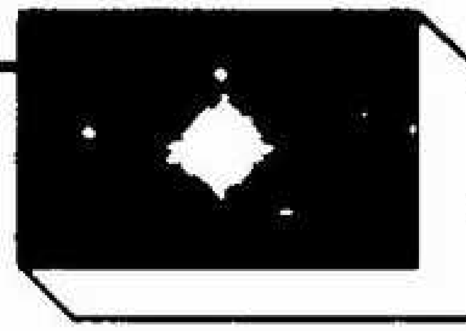
Kurt Waldheim
Secretario general de las Naciones Unidas



pidió que las «salutaciones fueran cortas», pero esta frase formulada en las Naciones Unidas significa algo muy distinto que en el lenguaje corriente. Estaba claro que cada delegado deseaba hacer un discurso. De hecho algunas de las salutaciones fueron preciosas. El delegado francés leyó un poema de Baudelaire, y el delegado sueco otro del poeta sueco contemporáneo Harry Martinson. El delegado australiano hizo algunas de sus observaciones en esperanto, quizás basándose en la propaganda del esperanto como idioma «universal». El delegado de Nigeria incluyó la frase: «Como probablemente saben, mi país está situado en la costa occidental del continente africano, una masa de tierra que tiene más o menos la forma de un signo de interrogación en el centro de nuestro planeta.» Por interesantes que fueran estas informaciones, eran desde luego demasiado largas y no podían incluirse enteras, por lo que nos vimos obligados a hacer una selección representativa, asegurándonos de que incluíamos por lo menos algunas palabras de cada discurso de cada miembro del Comité para el Espacio exterior. El Apéndice B contiene una transcripción de los mensajes incluidos.

Roger Payne, de la Universidad Rockefeller, es un zoólogo que ha llevado a cabo importantes estudios de las grandes ballenas en el océano libre. Ha remolcado hidrófonos bajo la superficie del océano desde un pequeño bote y ha grabado las «canciones», tentadoras, enigmáticas e inolvidables de la ballena yubarta y de otras ballenas, algunas de las cuales duran media hora o más y que más tarde se repiten de manera esencialmente idéntica. Payne cree que estas canciones son comunicaciones reales entre ballenas, enviadas cuando están tan separadas que no pueden verse ni olerse mutuamente, y que un tipo concreto de canción se utiliza como saludo entre las ballenas yubarta. A fin de no dejar ni una punta de provincialismo en las salutaciones de las delegaciones de la ONU, mezclamos estas salutaciones característicamente humanas con los característicos «Hola» de la ballena yubarta y de este modo otra especie inteligente del planeta Tierra enviaba sus saludos a las estrellas.

Sin nosotros enterarnos, las Naciones Unidas habían anunciado la sesión de grabación a la prensa y habían identificado a Timothy Ferris como funcionario de la NASA. De este modo se frustró nuestro deseo de ocultar la empresa a la atención de los medios de comunicación hasta tenerla lista. Además, hubo algunos funcionarios de la NASA que se sintieron ofendidos por la identificación equivocada de Ferris. Nuestro comité no podía representar a la NASA, me explicaron severamente.



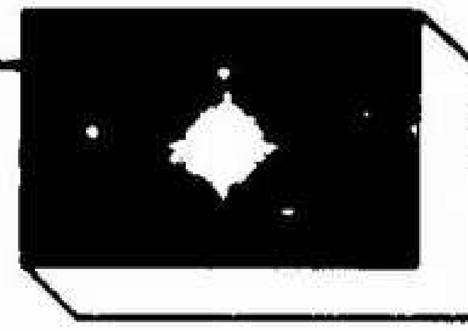
Esta nave espacial Voyager fue construida por los Estados Unidos de América. Somos una comunidad de 240 millones de personas entre los más de 4 000 millones de personas que habitan el planeta Tierra. Los seres humanos estamos divididos todavía entre estados nacionales, pero estos estados se están convirtiendo rápidamente en una única civilización global.

Lanzamos este mensaje al cosmos. Es probable que sobreviva un millar de millones de años en el futuro, cuando nuestra civilización esté profundamente alterada y la superficie de la Tierra haya cambiado mucho. De entre los 200 millones de estrellas de la galaxia Vía Láctea, algunas —y quizá muchas— pueden tener planetas habitados y civilizaciones que viajan por el espacio. Si una de estas civilizaciones intercepta el Voyager y puede comprender lo que hemos grabado en él, he aquí nuestro mensaje:

> Éste es un regalo de un mundo pequeño y distante, una muestra de nuestros sonidos, de nuestra ciencia, de nuestras imágenes, de nuestra música, de nuestros pensamientos y de nuestros sentimientos. Estamos intentando sobrevivir a nuestro tiempo para poder vivir en el vuestro. Confiamos que algún día, cuando hayamos resuelto los problemas que se nos plantean, podamos unirnos en una comunidad de civilizaciones galácticas. Este disco representa nuestra esperanza y nuestra determinación, y nuestros buenos deseos en un universo vasto e imponente.

Jimmy Carter
Presidente de los Estados Unidos de América

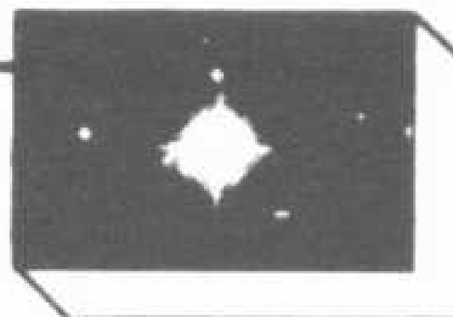
LA CASA BLANCA
16 de junio de 1977



Al día siguiente hice otro descubrimiento: Kurt Waldheim había hecho un discurso de salutación cósmica para el disco Voyager. Nosotros no se lo habíamos pedido, pero el discurso estaba compuesto con tanta sensibilidad y gracia, y respondía tanto a nuestros sentimientos, que consideramos que debíamos incluirlo. Las palabras de Waldheim aparecen en la página 26. Pero entonces se nos ocurrió otra cuestión. ¿Era correcto que hubiera unas palabras del secretario general de la ONU a bordo de la nave Voyager —un vehículo espacial norteamericano— faltando unas palabras comparables del presidente de los Estados Unidos? Me pareció que por lo menos había que darle al presidente la oportunidad de saludar al cosmos.

Llamé al consejero científico del presidente, el doctor Frank Press, quien me prometió plantear la cuestión al presidente y darme una respuesta rápida. Al cabo de pocos días llegó la respuesta diciendo que el presidente estaría dispuesto a considerar un mensaje de este tipo. El presidente prefirió enviar un mensaje a las estrellas en forma escrita, dentro de una de las 118 figuras, en lugar de la forma hablada utilizada por el secretario general Waldheim. (Está reproducido en la página opuesta.) Cuando la Casa Blanca hubo comunicado al público la declaración del presidente, los comentarios en los periódicos y en los medios electrónicos de comunicación me parecieron totalmente positivos, con la excepción de un periódico que creía haber descubierto que el presidente era un «trasto de un solo mundo».

La cadena causal continuó funcionando. Funcionarios de la NASA empezaron a preocuparse porque la separación de poderes en la Constitución de los Estados Unidos podía implicar que si el presidente iba a saludar a las estrellas lo propio debía hacer la rama legislativa del gobierno. Después de ponderar la cuestión durante un día, la NASA decidió que era esencial incluir en el disco Voyager por lo menos los nombres de un gran número de senadores y representantes, especialmente si sus comités tenían competencia en las actividades de la NASA. A consecuencia de esto, en el último momento se añadieron cuatro figuras más al disco Voyager con la información contenida en los recuadros de las páginas 30 y 31. Por lo tanto, si el lector se pregunta por qué figura por ejemplo el nombre del senador John Stennis, de Mississippi, a bordo del disco Voyager supongo que la causa deriva de Kurt Waldheim y de la naturaleza de las burocracias. Agradecí por lo menos que la NASA no insistiera en incluir los nombres de los miembros del Tribunal Supremo de los Estados Unidos, como conclusión lógica del argumento referente a la separación



THE UNITED STATES SENATE

WALTER F. MONDALE
PRESIDENT OF THE SENATE

JAMES O. EASTLAND, PRESIDENT PRO TEMPORE	
HUBERT H. HUMPHREY, DEPUTY PRESIDENT PRO TEMPORE	
ROBERT C. BYRD	HOWARD H. BAKER, JR.
ALAN CRANSTON	TED STEVENS

COMMITTEE ON COMMERCE, SCIENCE, AND TRANSPORTATION

WARREN G. MAGNUSON, CHAIRMAN	JAMES B. PEARSON
HOWARD W. CANNON	ROBERT P. GRIFFIN
RUSSELL B. LONG	TED STEVENS
ERNEST F. HOLLINGS	BARRY GOLDWATER
DANIEL K. INOUYE	BOB PACKWOOD
ADLAI E. STEVENSON	HARRISON H. SCHMITT
WENDELL H. FORD	JOHN C. DANFORTH
JOHN A. DURKIN	
EDWARD ZORINSKY	
DONALD W. RIEGLE, JR.	
JOHN MELCHER	

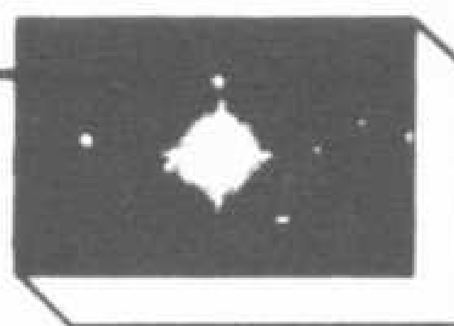
COMMITTEE ON [illegible]

JOHN L. McCLELLAN, CHAIRMAN	MILTON [illegible]

SUBCOMMITTEE ON [illegible]

WILLIAM PROXMIRE, CHAIRMAN	CHARLES [illegible] MATHIAS, JR.
JOHN C. STENNIS	CLIFFORD [illegible]
BIRCH BAYH	EDWARD W. [illegible]
WALTER D. HUDDLESTON	HENRY [illegible]
PATRICK J. LEAHY	
JAMES R. SASSER	

Lista de algunos miembros del Senado de los Estados Unidos responsables directa o indirectamente de las actividades de la NASA. Se incluyó la lista por indicación de la NASA. La ilustración, que se preparó concretamente tocando el Disco Voyager a través de un sistema de conversión de audio, permite observar las desviaciones características en relación a una reproducción perfecta que afectan a todas las imágenes codificadas del Disco Voyager. La fidelidad aparente de reproducción de las figuras es mucho mayor que la de las palabras impresas.



THE UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES

THOMAS P. O'NEILL, JR., SPEAKER	
JAMES C. WRIGHT, JR.	JOHN J. RHODES
JOHN BRADEMAS	ROBERT H. MICHEL

COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY

OLIN E. TEAGUE, CHAIRMAN	JOHN W. WYDLER
DON FUQUA	LARRY WINN, JR.
WALTER FLOWERS	LOU FREY, JR.
ROBERT A. ROE	BARRY M. GOLDWATER, JR.
MIKE McCORMACK	GARY A. MYERS
GEORGE E. BROWN, JR.	HAMILTON FISH, JR.
DALE MILFORD	MANUEL LUJAN, JR.
R. H. THORNTON, JR.	CARL D. PURSELL
JAMES H. SCHEUER	HAROLD C. HOLLENBECK
RICHARD L. OTTINGER	ELDON RUDD
THOMAS R. HARKIN	ROBERT K. DORNAN
JAMES F. LLOYD	ROBERT S. WALKER
JEROME A. AMBRO	EDWIN B. FORSYTHE
ROBERT C. KRUEGER	
MARILYN L. LLOYD	
JAMES J. BLANCHARD	
TIMOTHY E. WIRTH	
STEPHEN L. NEAL	
THOMAS J. DOWNEY	
DOUG WALGREN	
RONNIE G. FLIPPO	
DANIEL R. GLICKMAN	
ROBERT A. GAMMAGE	
ANTHONY C. BEILENSON	
ALBERT GORE, JR.	
WESLEY W. WATKINS	

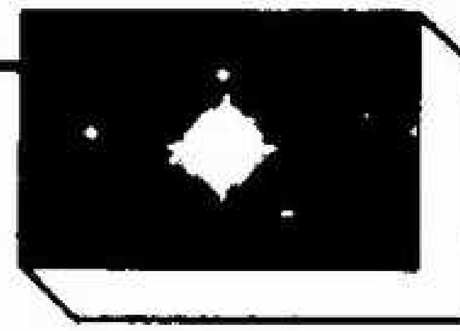
COMMITTEE ON APPROPRIATIONS

GEORGE H. MAHON, CHAIRMAN	ELFORD A. CEDERBERG

SUBCOMMITTEE ON HUD-INDEPENDENT AGENCIES

EDWARD P. BOLAND, CHAIRMAN	LAWRENCE COUGHLIN
BOB TRAXLER	JOSEPH M. McDADE
MAX BAUCUS	C. W. BILL YOUNG
LOUIS STOKES	
TOM BEVILL	
CORINNE C. BOGGS	
BILL D. BURLISON	
WILLIAM V. ALEXANDER	

Lista equivalente de la Cámara de Representantes de los Estados Unidos.

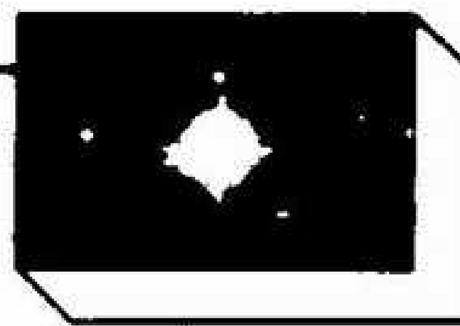


de poderes. No hay duda que esta parte del mensaje del Voyager es una señal dirigida hacia nosotros, hacia abajo, y no hacia arriba.

La llegada tardía del material presidencial y especialmente del material del Congreso provocó toda una serie de problemas organizativos. Se habían transcrito ya las 118 figuras en el formato apropiado para el disco en Colorado Video, de Boulder, Colorado. El fabricante nos había prestado para ello una grabadora especial Honeywell 5600-C. Toda la parte técnica de la transcripción de las imágenes había estado bajo la supervisión, en calidad de servicio público, del personal del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera (NAIC) de Cornell. Para añadir nuevo material tuvimos que pedir prestada de nuevo la grabadora Honeywell, enviarla otra vez por avión a Boulder y abusar de nuevo de la buena voluntad de Colorado Video, todo esto dentro de una escala de tiempos excepcionalmente apretada.

Valentin Boriakoff, del NAIC, vino a verme en la sede central de la NASA en Washington, y le pasé el mensaje presidencial y la lista confeccionada por la NASA de los miembros del Congreso para que la reprodujeran en diapositivas de 35 mm en un laboratorio fotográfico comercial próximo a Washington. Como era lógico que la Casa Blanca quisiera publicar el contenido del mensaje presidencial, Boriakoff tuvo que estar presente en todas las fases del proceso fotográfico para asegurarse de que no se tiraban copias no autorizadas. Hecho esto tomó el avión para Denver. Mientras tanto, Dan Mittler del NAIC partía en avión de Ithaca, Nueva York, a Newark, Nueva Jersey, y recogió la grabadora Honeywell para ir con ella en avión a Denver. La grabadora era tan rara y el tiempo disponible tan corto que no podíamos permitirnos el riesgo de enviarla en el compartimiento de equipajes de un avión. Quisimos pues reservarle un asiento. Resulta que las compañías de aviación tienen dificultades en entender la idea de que una butaca sirva para poner un aparato encima. Descubrimos que la solución consistía en reservar una plaza para una persona llamada señor Aparato. Puesto que el señor Aparato tenía menos de diez años de edad pudo viajar a mitad de precio. *Ad astra per bureaucracia.*

Las salutaciones del Comité para el Espacio exterior resultaron una representación tan pobre de los idiomas hablados en la Tierra, que tuvimos que recurrir a medidas de emergencia. Frutkin después de pensárselo propuso que dieramos un cóctel en Washington para miembros de varias delegaciones diplomáticas, pero yo estaba escamado y no quería

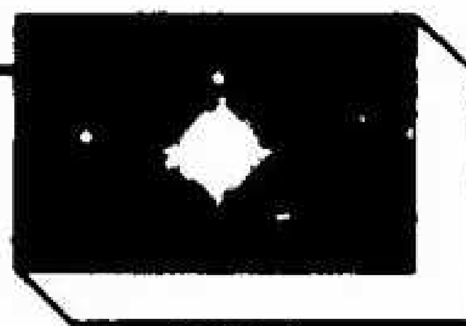


enfrentarme de nuevo con la pesada maquinaria burocrática. Recordé en cambio que la Universidad de Cornell, donde soy profesor, tiene una gran variedad de departamentos de lenguas extranjeras, y con la ayuda de Shirley Arden, de mi equipo, de Linda Sagan, y de muchas otras personas, reunimos un conjunto representativo de breves salutaciones de la comunidad humana, empezando con el sumerio, uno de los idiomas conocidos más antiguo, y finalizando con este saludo de un norteamericano de cinco años de edad: «Saludos de los niños del planeta Tierra.» El capítulo «Saludos del Voyager» de la presente obra da más detalles sobre el tema.

A primeros de junio, inmediatamente después de haber mezclado las secciones de saludos, de música y de «Sonidos de la Tierra» del disco Voyager, una delegación de funcionarios de la NASA llegó al estudio de grabación de Discos CBS en Nueva York para asegurarse de que no se había incluido ningún sonido o selección musical inconvenientes, ninguna cancioncilla que pudiese poner en apuros a la NASA. Sus reacciones variaron desde el simple reconocimiento (de *Johnny B. Goode*) hasta la tibia aprobación, y era evidente que no se habían provocado grandes pasiones ni sonidos peligrosos. Pero en la mañana siguiente recibí una agitada llamada telefónica de un administrador asociado de la NASA, preocupado porque no se había incluido música irlandesa en el disco. Había recordado de repente que el presidente de la Cámara de Representantes era de ascendencia irlandesa, y la NASA no quería en absoluto que se sintiera ofendido. Tuve que explicarle que por desgracia había muchos grupos étnicos que se habían quedado fuera del disco. Por ejemplo, no había ópera italiana ni música popular judía. No, ya era demasiado tarde para incluir a *Danny Boy*.

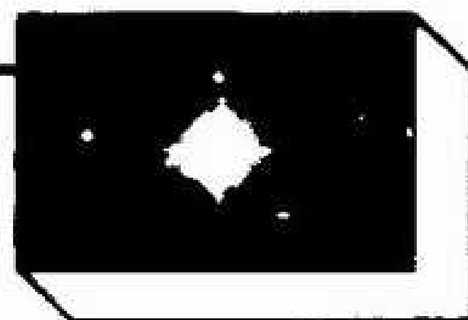
No hay la más mínima prueba de que algún miembro del Congreso o de la Oficina ejecutiva del presidente intentara influir de algún modo sobre la música elegida. El único intento en este sentido partió de un funcionario de las Naciones Unidas que nos pidió que incluyéramos una pieza de un compositor de su país. No pudimos darle satisfacción.

Nuestra selección de imágenes para el disco Voyager estaba basada en un cierto número de principios, pero el principal era el siguiente: enviemos a cualquier posible oyente extraterrestre información sobre la Tierra y sus habitantes que de otro modo no es probable que posean. Por lo tanto, excluimos informaciones extensas sobre matemáticas o física o astronomía. Incluimos algo de información científica y matemática para



iniciar la secuencia de figuras de un modo comprensible y para proporcionar un marco informativo para las figuras siguientes. Pero el foco principal del segmento gráfico era la información que en cierto sentido podía ser exclusiva de la Tierra: información sobre geoquímica, geofísica, biología molecular, anatomía y fisiología humanas, y sobre nuestra civilización. Cuanto más específica sea la información en relación a la Tierra, cuanto más anecdótica o idiosincrásica, más difícil puede ser su comprensión para los extraterrestres, pero también más valiosa será esta información una vez comprendida. En este punto, como en muchos otros del disco Voyager, tuvimos en mente que los receptores probables estarían mucho más adelantados que nosotros. Puesto que ninguna de las dos naves espaciales Voyager en sus trayectorias actuales va a entrar en otro sistema planetario, aunque pasen diez mil millones de años —incluso suponiendo que cada estrella de la Vía Láctea tuviese planetas—, el disco sólo podía imaginarse destinado a una civilización capaz de atravesar fácilmente los espacios entre estrellas. Una civilización de este tipo ha de tener dotes intelectuales y tecnológicas que superan en mucho nuestra imaginación, y quizá también un inventario disponible sobre las características de biologías y culturas planetarias diversas. Si estos seres todavía no han oído *muchas cosas* sobre la Tierra, el disco podría resultar no sólo fácilmente comprensible sino incluso útil. Y si en esta época remota del futuro se han enterado ya de muchas cosas sobre la Tierra, el disco les proporcionará por lo menos unas ideas psicológicas sobre lo que unos cuantos de nosotros consideran importante comunicar acerca de ellos mismos. Las figuras del Voyager están descritas y reproducidas en el capítulo de Jon Lomberg «Imágenes de la Tierra».

Consideramos importante incluir entre las figuras una serie sobre la reproducción humana. Hay en ella mucho contenido informativo, como el hecho asombroso de que haya una fase unicelular en el ciclo de la vida humana, la fase del esperma y el óvulo. Pensamos que sería improbable que una descripción gráfica de la reproducción humana, por expresiva que fuera, tuviera para los receptores un sentido pornográfico: como tampoco nosotros consideraríamos incómodamente estimulante una microfotografía con el microscopio de exploración electrónico de la conjugación de dos bacterias. Pero la NASA nos había dicho claramente que la información sexual de un carácter demasiado explícito podría tener repercusiones desagradables en la Tierra. El dibujo de un hombre y de una mujer desnudos saludando al cosmos en las placas de los Pioneer 10 y 11 fue criticado, aduciendo que era insuficientemente explícita y que supo-

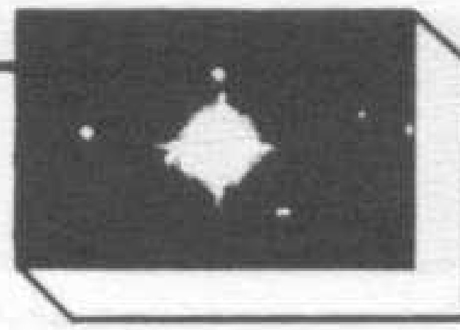


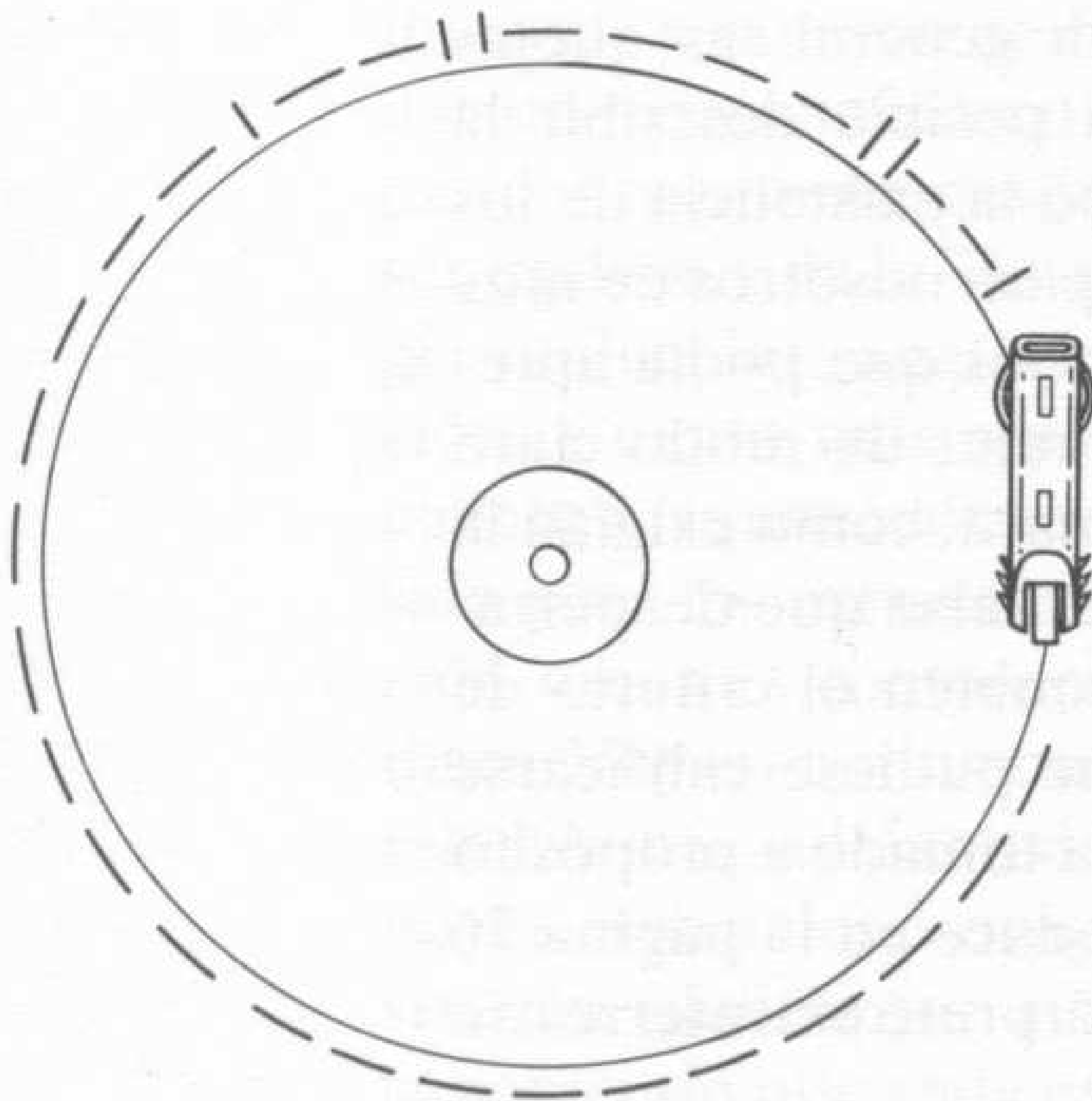
nía «enviar obscenidades a las estrellas».* Pero en general las quejas fueron escasas y poco violentas, y apenas parecía posible describir la reproducción humana si se ignoraba al mismo tiempo la existencia de los genitales. Por lo tanto seleccionamos una fotografía para nosotros de muy buen gusto, con un hombre y una mujer jóvenes en los que podía apreciarse un cariño mutuo intenso, y apareciendo la mujer de modo claro con un embarazo de muchos meses. Miraban a la cámara, como exigían la lógica de la secuencia gráfica, pero el nivel de interés salaz que despertaban nos parecía mínimo. La fotografía satisfacía también el criterio de que no había aparecido en ninguna publicación que pudiese calificarse razonablemente de pornográfica y de que no se había tomado a propósito para el mensaje del Voyager. La fotografía se reproduce en la página 76 de esta obra, pero no podrá contemplarla ningún intérprete extraterrestre del mensaje del Voyager.

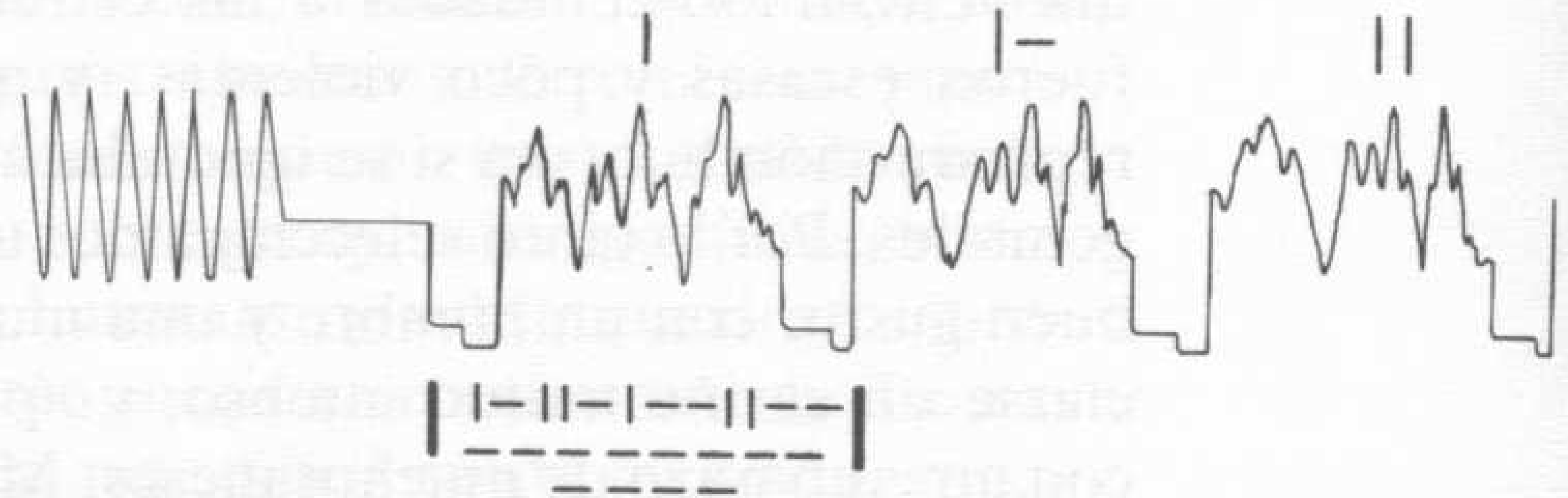
Después de haber seleccionado finalmente nuestras 120 fotografías (el número original) me fui a Washington con una diapositiva de cada, en 35 mm, para enseñarlas a los funcionarios de la NASA. La NASA volvió a expresar su preocupación por los derechos de reproducción. En este punto cumplimos admirablemente con sus deseos. Pero el contenido planteaba otros problemas. La fecha estaba tan avanzada que no podía añadirse ningún material nuevo. Había que decir simplemente sí o no a cada una de las 120 figuras. ¿Por qué no había grandes obras de arte? Buena pregunta: porque no dispusimos de tiempo para reunir un comité de historiadores y críticos de arte que hiciera una selección razonablemente profesional. ¿Por qué no incluimos las casas de culto y los artefactos de las tres o cuatro principales religiones? Porque en la Tierra hay por lo menos una docena y probablemente centenares de religiones importantes, y los partidarios de las religiones omitidas muy probablemente armarían protestas mucho más serias que las que pudiéramos tener por la falta de alguna tradición de música étnica. Muchas de las preguntas eran buenas preguntas, y aceptaron todas las respuestas, excepto una. No había modo de que la NASA aceptara enviar a las estrellas desnudos integrales vistos de cara.

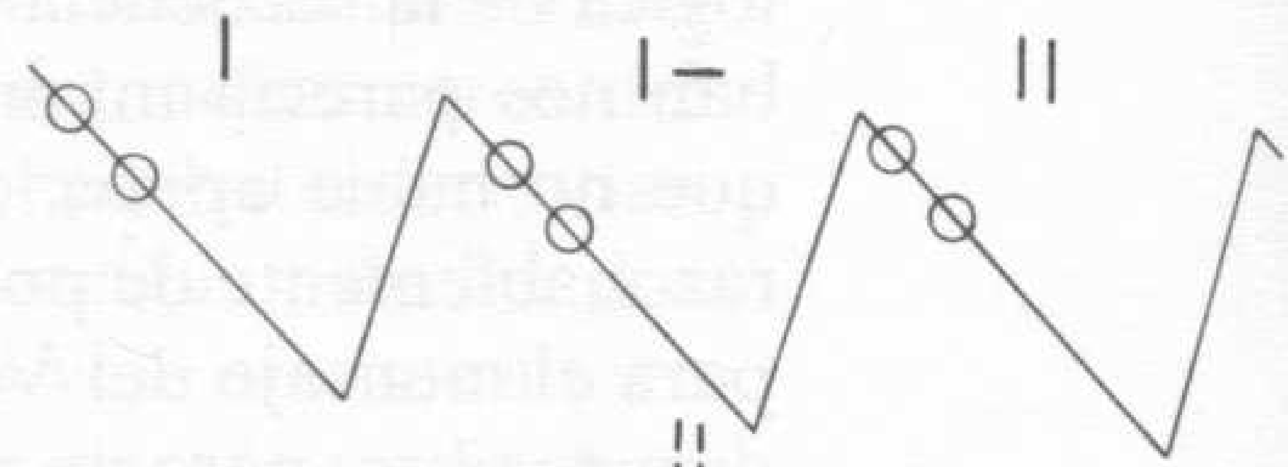
Nos habíamos propuesto que no llegara a la prensa información sobre el disco Voyager hasta haberlo completado, en parte para impedir cual-

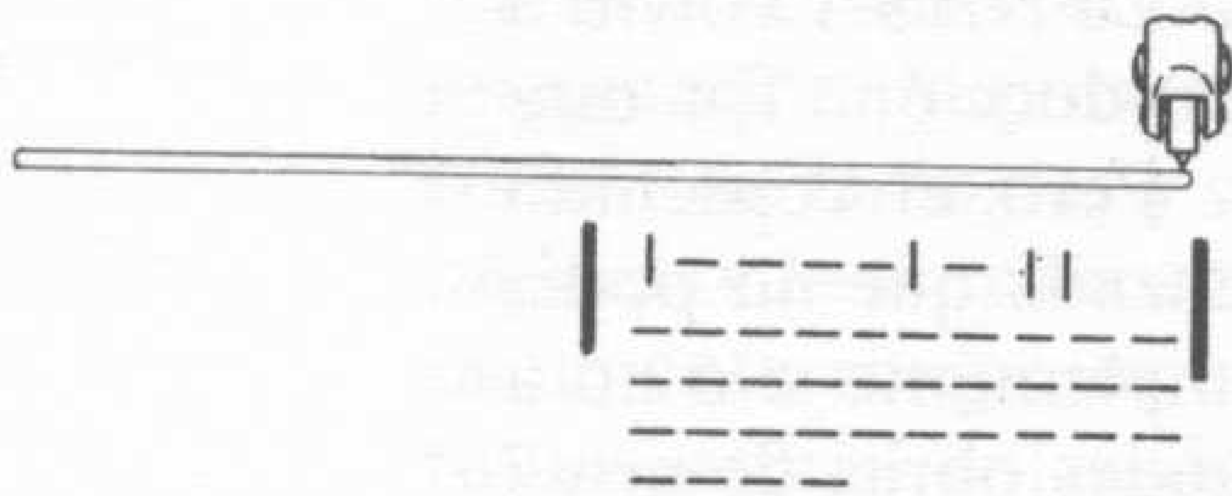
* Mi obra anterior *The Cosmic Connection* discute con más detalle la reacción a este aspecto de las placas Pioneer.

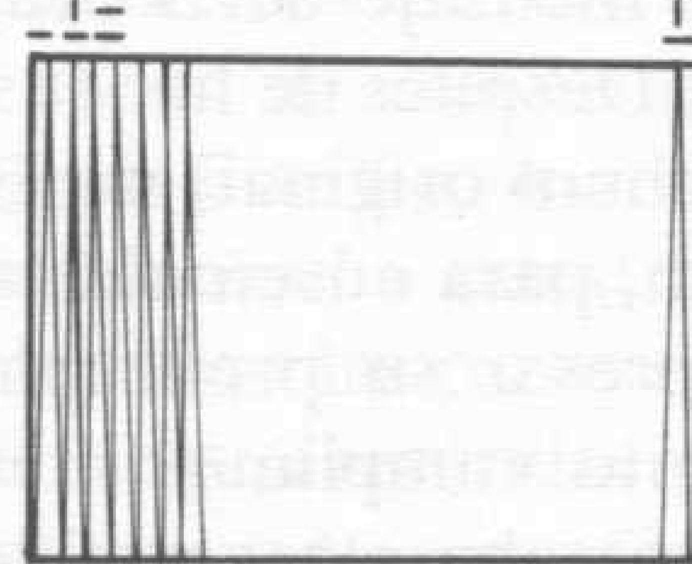


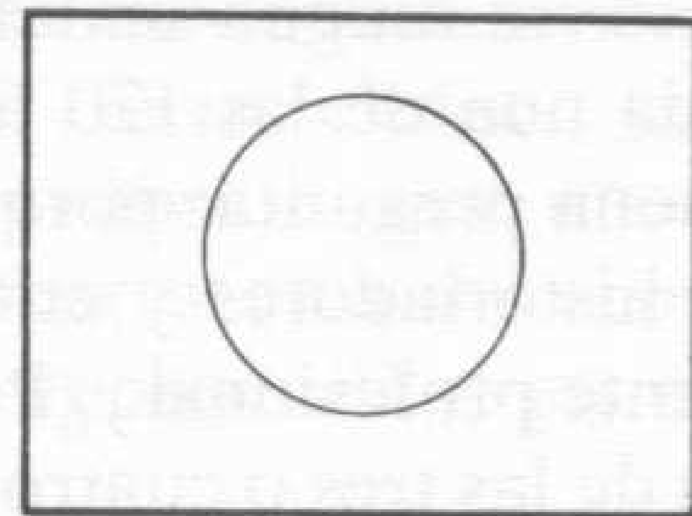


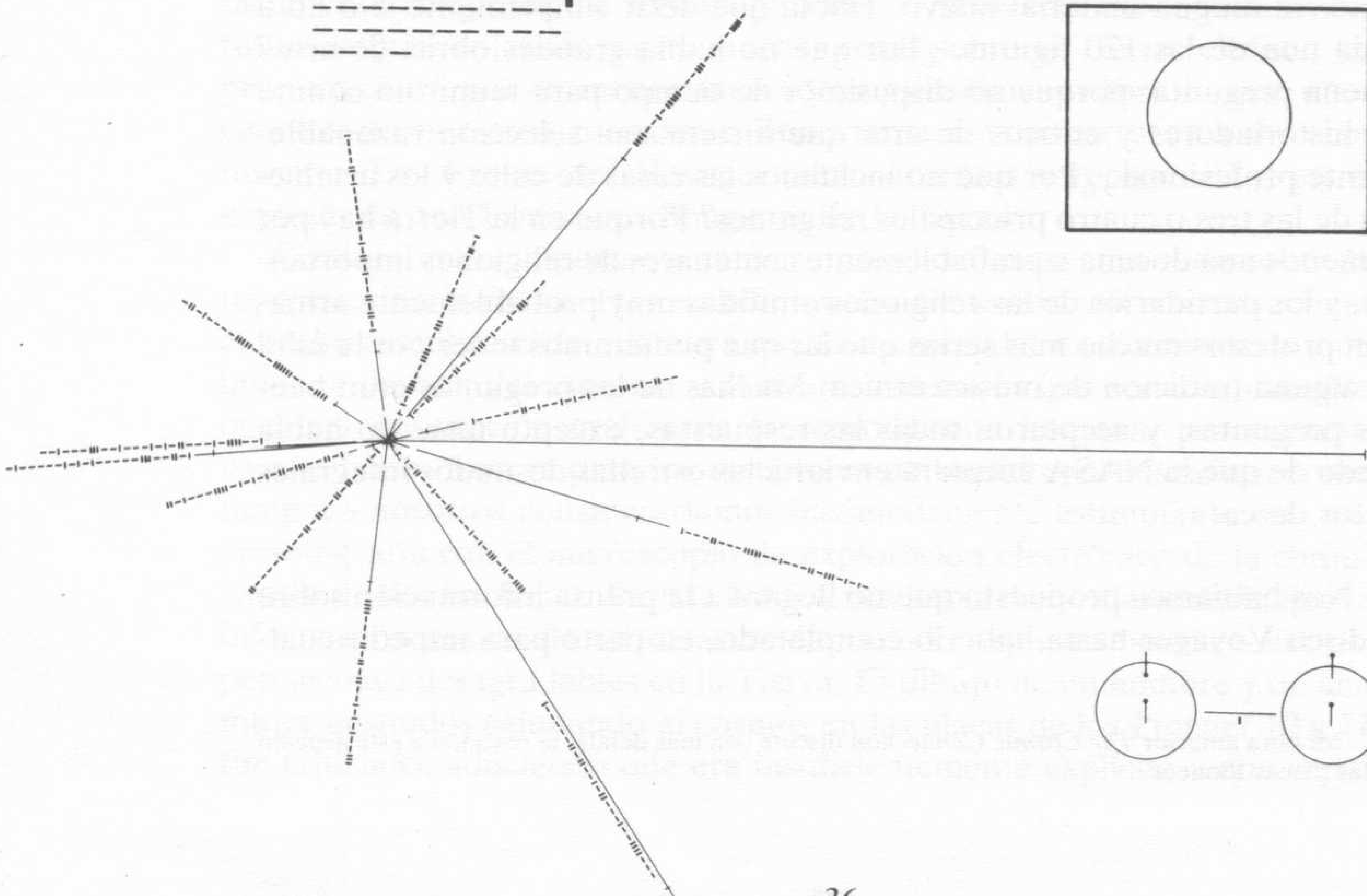


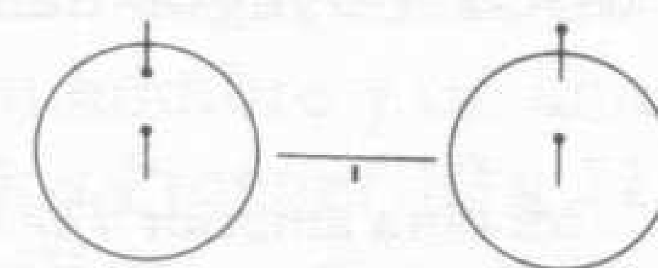


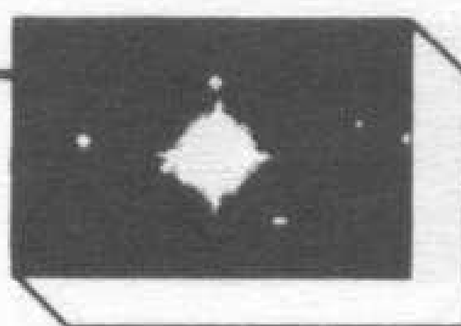










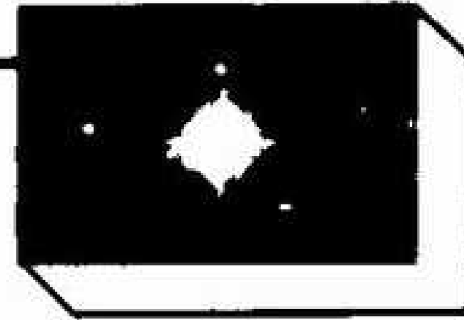


Mensaje grabado en la cubierta de aluminio del Disco Voyager. En la parte superior izquierda hay un dibujo fácilmente reconocible del disco fonográfico y de la aguja que lleva. La aguja está en la posición correcta para empezar a tocar el disco desde el principio. Alrededor suyo y escrito en aritmética binaria está el tiempo correcto de una rotación del disco, 3,6 segundos, expresado en unidades temporales de 0,70 milmillonésimas de segundo, el período temporal relacionado con una transición fundamental del átomo de hidrógeno. El dibujo indica que el disco ha de tocarse desde el borde. Debajo de este dibujo hay una vista lateral del disco y de la aguja con un número binario que da el tiempo necesario para tocar una cara del disco, una hora aproximadamente.

La información en la parte superior derecha de la cubierta muestra el modo de reconstruir las figuras a partir de las señales grabadas. El dibujo superior muestra la señal típica que da el disco al iniciarse una figura. La figura se obtiene a partir de esta señal, la cual traza la figura como una serie de líneas verticales, semejantes a las de un televisor corriente (donde la imagen es una serie de líneas horizontales). Las líneas 1, 2 y 3 de la figura están anotadas en números binarios, y se indica la duración de una de estas «líneas de imagen», unos 8 milisegundos. El dibujo situado debajo mismo muestra la manera de trazar verticalmente estas líneas con el «entrelazamiento» escalonado necesario para reproducir correctamente la figura. Debajo mismo está un dibujo de una trama completa mostrando que en una figura completa hay 512 líneas verticales. Debajo mismo hay una reproducción de la primera figura del disco, para que los receptores puedan comprobar que están decodificando correctamente las señales. Se utilizó un círculo en esta figura para asegurar así que los receptores utilizan la relación correcta entre las alturas horizontal y vertical al reconstruir la figura.

El dibujo de la parte inferior izquierda de la cubierta es el mapa de púlsares enviado ya en las placas de los Pioneer 10 y 11. Muestra la localización del sistema solar en relación a 14 púlsares, de los cuales se dan los períodos exactos. El dibujo con dos círculos en el ángulo inferior derecho muestra el átomo de hidrógeno en sus dos estados más bajos, con una línea que los enlaza y el dígito 1 indicando que el intervalo temporal asociado con la transición de un estado al otro se utiliza como escala fundamental de tiempos, tanto para el tiempo indicado en la cubierta como para las figuras decodificadas.

Sobre la cubierta del disco se ha electrochapado una fuente ultrapura de uranio 238 con una radiactividad de unos 0,00026 microcuries. La continua desintegración de la fuente de uranio en sus isótopos hijos lo convierte en una especie de reloj radiactivo. La mitad del uranio 238 se habrá desintegrado en 4 510 millones de años. Por lo tanto un receptor extraterrestre de la nave espacial Voyager al examinar esta zona de dos centímetros de diámetro en la placa del disco y medir la cantidad de elementos hijos en relación al uranio 238 restante podrá calcular el tiempo transcurrido desde el momento en que se colocó este punto de uranio a bordo de la nave. Esto permitirá comprobar la época del lanzamiento, que también se obtiene del mapa de púlsares sobre la cubierta del disco.



quier tentación de intervenir en el repertorio, pero también porque al llegar información fragmentaria del disco, se difundiría una impresión incompleta de nuestras intenciones. Pero había demasiadas personas trabajando en demasiadas fases del proyecto, y se produjeron fugas. El comunicado de las Naciones Unidas hizo creer que el contenido principal era salutaciones y sonidos no musicales, inspirando a Charles Osgood de CBS News la lectura de estos versos a su audiencia el 12 de mayo de 1977:

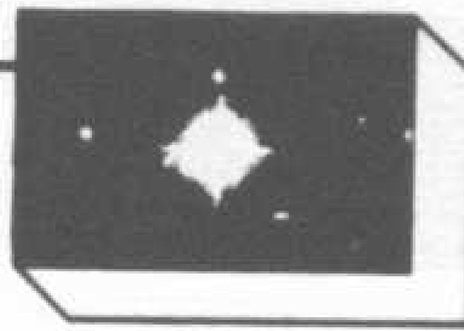
Veo que no lo dicen, pero por favor, NASA, por favor
Incluid en vuestro L.P. intergaláctico
El sonido de nuestra música. Dadles una canción, por favor.
Sería un fallo seguro dejarlos sin música.
Sin Bach ni Mozart, el panorama no es completo.
Si les dais nuestras mentes, ¿vais a dejarlos sin nuestras almas?

Fue un placer habernos anticipado a los argumentos del señor Osgood. Sin embargo, a fines de julio, pocas semanas antes del lanzamiento del Voyager y menos de dos semanas antes del previsto comunicado de prensa de la NASA sobre el disco, me llamó Jonathan Spivak del *Wall Street Journal.* Era evidente que había descubierto muchas de las selecciones del disco a partir de varias fuentes y deseaba conocer el resto. Le contesté dispuesto a ayudarle al máximo, pero sin ofrecerle ninguna información nueva, y el 26 de julio apareció el primer anuncio público de la música del disco Voyager. El titular era: «¿Están a punto los jovianos para la música más deliciosa de esta parte del cielo?» Pero por desgracia el primer apartado revelaba que habían hecho creer de algún modo a Spivak que se había incluido en el disco música de Duke Ellington. El artículo de Spivak obligó a la NASA a publicar su propio comunicado de prensa bastante antes de lo previsto, con lo que el anuncio y la lista de reconocimientos fue mucho menos completa de lo previsto.

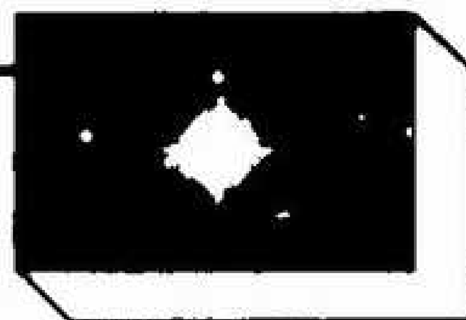
A pesar de estos y de otros problemas, el proyecto del disco Voyager ha atraído y continúa atrayendo mucho interés, interés en general favorable.

Un artículo de Jonathan Eberhart en *Science News* empezaba así:

> Describa usted el mundo. Y no sólo esta bola de colores de las fotos tomadas desde el espacio, sino el *mundo* —su lugar en el espacio, sus diversos mundos orgánicos, sus grandes culturas con sus estilos de vida, artes y tecnologías—, todo el mundo, o por lo



Técnicos montando el disco interestelar sobre el compartimiento de instrumentos de la nave espacial Voyager.



menos lo suficiente para dar una idea. Y hágalo en un único disco de larga duración.

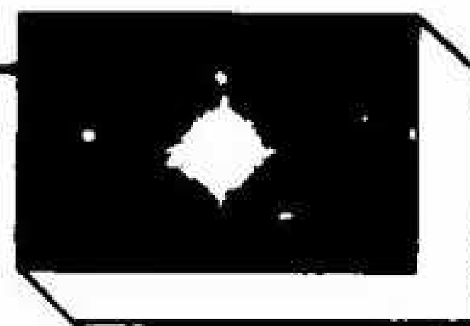
Bueno, hay una condición: Suponga no sólo que su público no habla su lenguaje, sino que nunca oyó hablar de la Tierra o del resto del sistema solar. Un público que habita, por ejemplo, un planeta orbitando alrededor de otra estrella a años luz de cualquier lugar que usted pueda considerar suyo.

Después de un repaso detallado y totalmente correcto del contenido del disco, Eberhart concluía diciendo: «Inténtelo. Haga su propia lista. O imagine qué pensaría si usted fuera un extraterrestre y recibiera este mensaje.»

Un número muy elevado de personas nos escribieron preguntando si estaba en perspectiva una versión del disco disponible comercialmente. Confiamos todavía en la posibilidad de que se edite un álbum con dos discos, de tipo no lucrativo, aunque como es lógico Discos CBS no sabe exactamente cómo calcular las ventas de un álbum así.

La mayoría de los comentarios sobre el proyecto del disco Voyager —en la prensa y en centenares de cartas— fueron positivos y de apoyo, y nos animaron a creer que habíamos conseguido comunicar de algún modo nuestra idea sobre los objetivos del proyecto. Como sucedió con los Pioneer 10 y 11, unas pocas personas mostraron su preocupación porque el disco «revelaría» nuestra posición en la Galaxia, y sería el preparativo para alguna terrible invasión interestelar. Pero durante por lo menos el próximo millón de años la trayectoria de la misma nave espacial señalará claramente que procede del Sol, por no citar el hecho concluyente de que nuestro radar militar y nuestra televisión comercial señalan que la Tierra es la morada de alguna forma de vida posiblemente inteligente: y estas señales van a la velocidad de la luz.

Colman S. von Keviczky, director de algo que él llama «Red internacional de análisis e investigación de las naves espaciales galácticas OVNI», está convencido de que disponemos ya de pruebas claras de las visitas extraterrestres y le preocupa la posibilidad de que nuestros visitantes se sienten confundidos por los saludos que enviamos al espacio interestelar. Von Keviczky, en una carta al secretario general de la ONU, una copia de la cual tuvo la amabilidad de enviarme a mí, escribe: «Las potencias militares del mundo han clasificado la exploración estratégica de los OVNI como un espionaje que pone en peligro la seguridad nacional. A la vista de estas precisas actitudes militares, el intento de la NASA

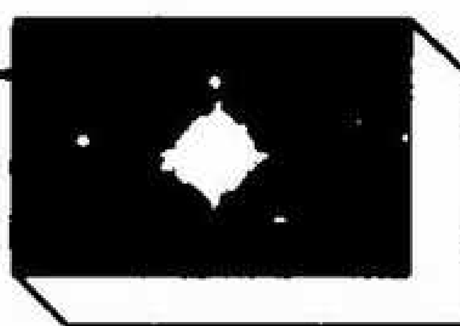


de entablar comunicación con una "posible" inteligencia extraterrestre no sólo es una inconsecuencia cínica, sino que parece pura hipocresía.»

Unos cuantos textos nos criticaban también por presentar únicamente las circunstancias favorables de la humanidad y nos reprochaban no haber incluido escenas de hambre, de devastación, ciudades destruidas y explosiones de armas nucleares. Éste es un tema que discutimos larga y duramente durante nuestras deliberaciones sobre el repertorio. No hay duda que la destrucción es un aspecto característico de lo que solemos llamar con complacencia civilización humana. Pero un mensaje con este contenido se podría prestar a equívoco. ¿No podría considerarse una foto de una explosión termonuclear como un intento de amenaza patéticamente débil, pero a pesar de ello horrible ante los ojos de una civilización extraterrestre? Bernard Oliver tuvo la bella idea de presentar un ser humano con los brazos abiertos hacia la galaxia, simbolizando así nuestro deseo de abrazar a todos los seres que nos acompañan entre las estrellas. Pero me pareció que la imagen entrañaba una ambigüedad semejante; un receptor poco generoso podría interpretar el gesto como un intento de expansión galáctica. Además, ¿tan malo es presentar nuestra mejor cara al cosmos? Intentamos enviar la mejor música. ¿Por qué no enviar también una visión esperanzada y no siniestra de la humanidad y de su posible futuro?

A mediados de junio la fecha tope que nos había dado John Casani había expirado, como también los diez días que se había quedado en el bolsillo en previsión de las emergencias de última hora. Se había mezclado la música y se había preparado una cinta magnetofónica patrón, que contenía todo el material no gráfico del disco. Se combinó este patrón con la información gráfica en dos patrones de cera, que luego Timothy Ferris transportó en mano a Los Ángeles, donde se fabricaron las matrices de cobre. Para que hubiera algo salido directamente de la mano humana, Ferris grabó directamente una inscripción sobre el disco rodeando el centro, en la porción central sin surcos donde está normalmente la etiqueta. La inscripción dice: «Dedicado a los creadores de música, en cualquier mundo y en cualquier época.» Y en lugar de la etiqueta central pusimos un fotograbado de una fotografía de la Tierra desde el espacio, a la cual añadimos las palabras «Estados Unidos de América, Planeta Tierra».

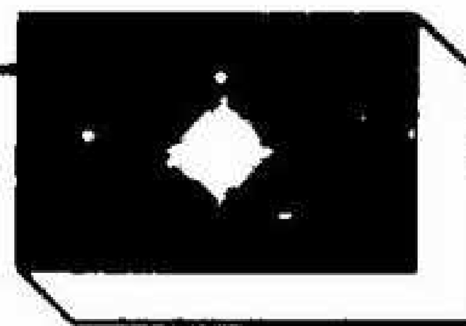
El par de discos soldados en cada vehículo espacial no es pesado, pero constituye una impedimenta importante. En la luz del sol resplandecen, dorados. Se encapsularon en cubiertas de aluminio y se fijaron a la nave espacial situando cerca de ellos, en cada cubierta, la aguja y la cápsula de reproducción. Cada disco consiste en realidad en dos matrices de cobre



de una cara, cada una con un espesor de 0,05 cm, soldadas una contra otra con un espesor de soldadura de 0,025 cm, de modo que el espesor total del disco es de 0,125 cm. Su peso es de unos 565 g. El disco, la cubierta, el soporte nervado y la abrazadera de soporte pesan unos 1 090 gramos. La aguja y la cápsula están aseguradas en la cara inferior del soporte nervado. El encuentro entre el disco y la nave espacial se produjo en el Centro de Vuelo espacial John F. Kennedy de Cabo Cañaveral, Florida, y aparece en la fotografía de la página 39.

Después de montar la nave espacial en lo alto de sus cohetes de lanzamiento Titán III-E Centaur se la sometió a una serie de pruebas electrónicas para asegurarse de que continuaba en buen estado de funcionamiento. Todas las pruebas fueron positivas, y llegó el día 20 de agosto de 1977 cuando el primer Voyager quedó a punto para ser lanzado a las estrellas. El primero en abandonar la Tierra fue el Voyager 2. Debido a las complicaciones de las trayectorias interplanetarias, el Voyager 1, lanzado más tarde, llegaría antes a Júpiter. Todos los autores de este libro y muchos otros relacionados con el disco Voyager estaban aquel día en Cabo Cañaveral para asistir al lanzamiento. La tarea había sido ardua y a veces ingrata, pero también extraordinariamente satisfactoria. Habíamos puesto en movimiento a burocracias inmóviles y habíamos dejado de lado muchas otras responsabilidades nuestras. Quizás ninguna sociedad extraterrestre iba a recuperar nunca los Voyager. Pero la elaboración del disco nos había dado una oportunidad única de considerar como un todo a nuestro planeta, a nuestra especie y a nuestra civilización. El lanzamiento del Voyager 2 fue perfecto y con una sensación de optimismo mezclado con muchas otras emociones observamos cómo penetraba graciosamente en la cubierta de nubes y desaparecía en el cielo azul y luego en el espacio negro que le esperaba. Nos besamos, nos abrazamos y muchos de nosotros llorábamos.

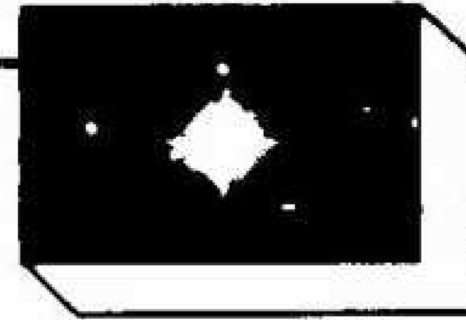
Nuestra preocupación por el tiempo y nuestro concepto del mensaje del Voyager como una cápsula del tiempo se expresa en muchos lugares del disco: salutaciones en sumerio, hitita y ¡kung!, fotografías de los bosquimanos del Kalahari, música de Nueva Guinea y de los aborígenes australianos, y la inclusión de la composición *La corriente de los arroyos*, cuya estructura original es anterior a Pitágoras y quizá se remonte a la época de Homero. El musicólogo chino Chou Wen Chung no dudó ni un momento en seleccionar *La corriente de los arroyos* como la pieza individual más importante a incluir en el Voyager de entre una tradición musical china que cuenta con 5 000 años de antigüedad.



El disco en sí es un acto de preservación de su contenido musical, gráfico y hablado.

Cuando estudiábamos *Tipos de flores* dimos con una tradición encantadora y profunda sobre la música javanesa de gamelan; se dice que en el mundo existe una especie de música de los espíritus que toca de modo continuo pero silencioso. Cuando una orquesta gamelan toca, lo único que hace es convertir en audible el actual movimiento de la música de la eternidad. Quizá todo el disco Voyager puede concebirse de modo semejante: como una expresión local y momentánea del discurso cósmico, un intercambio de saludos y de música y de información entre diversas especies galácticas que ha ido produciéndose durante miles de millones de años.

Dentro de miles de millones de años nuestro Sol, en aquel entonces una estrella roja gigante muy distendida, habrá reducido la Tierra a la condición de ceniza chamuscada. Pero el disco Voyager estará casi intacto, en otra región remota de la galaxia Vía Láctea, preservando un murmullo de una antigua civilización que en cierto momento floreció sobre el distante planeta Tierra, quizás antes de trasladarse hacia hechos superiores y hacia otros mundos.



Bibliografía

Hoerner, Sebastian von, «Universal Music?» *Psychology of Music,* vol. 2 (1974) pp. 18-23.

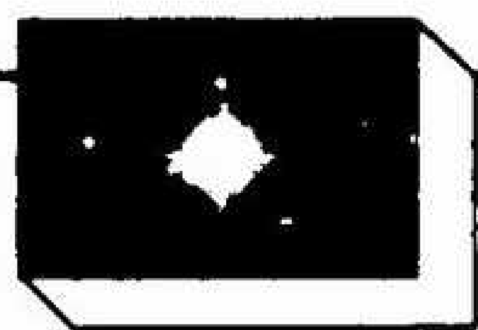
Morrison, Philip, encargado de la ed., *The Search for Extraterrestrial Intelligence: SETI.* Whashington D. C.: National Aeronautics and Space Administration, 1977.

Sagan, Carl, encargado de la ed., *Communication with Extraterrestrial Intelligence (CETI).* Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1973. Traducción española: *Comunicación con Inteligencias Extraterrestres.* Barcelona: Ed. Planeta, 1980.

—, *The Cosmic Connection: an Extraterrestrial Perspective.* Nueva York: Doubleday, 1973.

—, y Frank Drake, «The Search for Extraterrestrial Intelligence», *Scientific American,* vol. 232 (1975), 80-89.

Shklovskii, I.S., y Carl Sagan, *Intelligent Life in the Universe.* San Francisco: Holden-Day, 1966.



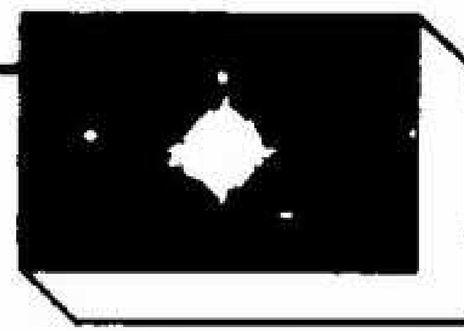
2

LOS FUNDAMENTOS DEL DISCO VOYAGER

por F. D. Drake

Es tan hondo el convencimiento de que la vida ha de existir allá arriba detrás de las tinieblas, que uno piensa al principio, que si están más avanzados que nosotros pueden llegar en cualquier momento a través del espacio, quizás en nuestra propia generación. Pero luego, al contemplar la infinitud del tiempo, uno se plantea la posibilidad de que sus mensajes llegaran hace tiempo, cayendo violentamente en los detritus pantanosos de los bosques de carbón envueltos en vapor, y de que los reptiles se subieran silbando sobre el brillante proyectil cuyos delicados instrumentos dejarían estúpidamente de funcionar sin nada que informar.

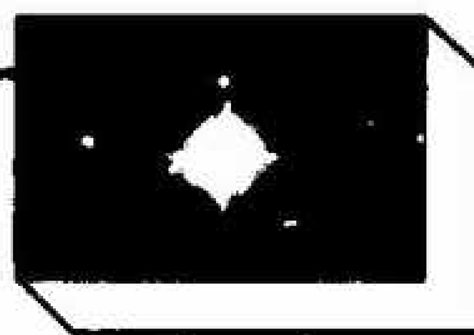
LOREN EISELEY



El disco Voyager, como su carro celestial, constituye un paso más hacia un objetivo intelectual y técnico muy grande: el contacto con una civilización extraterrestre. La posible manera de comunicar con vida inteligente extraterrestre y lo que nosotros podemos esperar de «ellos» son temas que han obsesionado desde hace tiempo a los pensadores de la exobiología. Las ideas sobre otros mundos han llenado el aire como confeti. Los primeros pensamientos de la era primitiva que se sitúa, sí, a principios de la década de los 1960, se nos antojan ya ingenuos. A medida que ha pasado el tiempo hemos visto crecer de modo explosivo el poder de las técnicas propuestas de comunicación. El disco Voyager es el más nuevo, por ahora, de nuestros «mensajes». Aunque todavía ha de dar la vuelta a Júpiter, nos ha demostrado ya la manera de hacerlo mucho mejor.

El desarrollo de las técnicas del mensaje interestelar se inició poco después de inaugurarse la era moderna de la búsqueda de inteligencias extraterrestres (SETI: Search for Extraterrestrial Intelligence). Esta era principió en 1959 con dos acontecimientos independientes. En la Universidad de Cornell dos físicos, Philip Morrison (que más tarde asesoraría el disco Voyager) y Giuseppe Coconni, se preguntaron sobre la posibilidad de utilizar los rayos cósmicos como mensajeros interestelares efectivos. Al estudiar el problema comprendieron que los rayos cósmicos no tenían mucho futuro, pero que las ondas de radio podían ser muy efectivas para establecer contactos interestelares. Y no sólo esto, sino que se entusiasmaron tremendamente al calcular que los sistemas de transmisión de radio y los radiotelescopios de la Tierra que se estaban desarrollando en 1959 podían comunicarse a través de distancias interestelares con equipos similares. Conscientes del importante umbral que podíamos atravesar en la evolución humana, publicaron un artículo clásico en *Nature:* «Búsqueda de Comunicaciones interestelares», llamando la atención sobre las capacidades de la humanidad. El artículo concluía con una declaración que puede poner todavía hoy la carne de gallina: «Si hay señales interestelares, disponemos ya de los medios para detectarlas. Pocas personas podrán negar la profunda importancia, tanto práctica como filosófica, que tendría la detección de comunicaciones interestelares. Creemos, por lo tanto, que una búsqueda discriminadora de señales merece un esfuerzo considerable. La probabilidad de éxito es difícil de estimar; pero si no buscamos nunca, esta probabilidad será cero.»

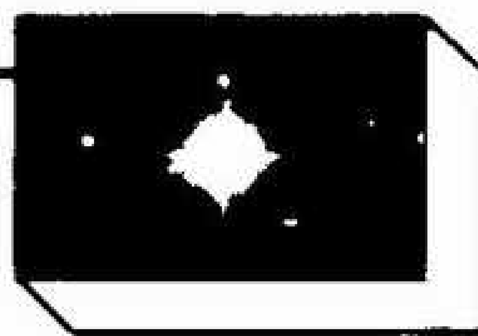
Mientras tanto yo había hecho independientemente estos cálculos en el Observatorio Nacional de Radioastronomía, demostrando que los ra-



diotelescopios que estábamos construyendo en aquel entonces podían detectar señales razonables procedentes de las estrellas más próximas. Había empezado ya a reunir el equipo especial necesario para proporcionar una elevada sensibilidad a las señales interestelares. Estos equipos se utilizaron en 1960, en Green Bank, Virginia Occidental, para buscar señales de dos estrellas, Tau Ceti y Épsilon Erídano. Tanto esta búsqueda, llamada Proyecto OZMA, como el artículo de Morrison/Coconni, recibió mucha publicidad y actuó como un fermento considerable en la comunidad científica. La mayoría dio su apoyo a los programas de búsqueda, y unos pocos pensaron que SETI era prematuro.

El interés que se había creado fue suficiente para que en 1961 se celebrara una conferencia, hoy famosa, sobre SETI en Green Bank bajo los auspicios, inesperadamente, de la prestigiosa Academia Nacional de Ciencias. Asistió a ella casi la totalidad de los científicos interesados seriamente en SETI: ¡once en total! Quizás no eran muchos, pero todos eran científicos muy buenos. Ciertamente tan buenos que en plena conferencia se concedió el Premio Nobel a uno de los asistentes, Melvin Calvin. No está muy claro cómo hay que proceder para celebrar la concesión del Premio Nobel a un invitado, pero decidimos echar una cana al aire. Tuvimos noticias de que la concesión era posible y almacenamos una partida de champán en la planta de los dormitorios, una empresa nada fácil en Virginia Occidental, que era entonces un estado semi-seco. Le hubiese gustado a la especialista en etiqueta social Emily Post, porque resultó que la celebración, cuyos ecos retumbaron por las montañas, nos salió redonda. Asistieron a esta ocasión especial, entre otros, Carl Sagan, Philip Morrison y Barney Oliver, que mucho más tarde jugaron diversos papeles en la confección del disco Voyager.

Fue en esta conferencia donde se redactaron las ecuaciones que continúan siendo básicas para el problema SETI. Se calculó que las civilizaciones más próximas podían estar a mil años luz de distancia y que casi todas las civilizaciones que pudiésemos contactar estarían mucho más avanzadas que nosotros. El interés por la inteligencia de los delfines estaba entonces en un punto culminante, gracias a la labor de John Lilly, uno de los asistentes. Lilly asombró y estimuló a los científicos allí reunidos con sus anécdotas sobre el comportamiento y el talento de los delfines. Nos impresionó el grado de diferencia que puede haber entre vidas inteligentes. Los experimentos con delfines eran tan fascinantes que, una vez finalizada la conferencia, los asistentes formaron un grupo informal llamado la Orden del Delfín, y decidieron mantenerse en contacto e inter-

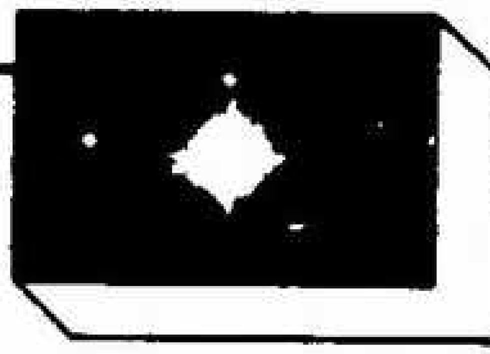


cambiar ideas. Dieciocho años después, la Orden del Delfín continúa existiendo.

Hubo cierta discusión sobre los posibles medios para construir un mensaje que permitiera una comunicación fácil entre civilizaciones sin ningún contacto previo. Algunas ideas que en aquel momento parecían profundas consistían en transmitir signos tan esotéricos como el valor de π con un número muy grande de puntos decimales, o quizás una secuencia de números primos (números que sólo pueden dividirse por sí mismos y por el número uno). Creímos que estos mensajes se identificarían como una prueba de su origen inteligente y que además darían una medida de nuestra inteligencia al demostrar lo listos que éramos, puesto que calculábamos números tan enormes. Mirando hacia atrás he de decir que estas ideas eran malas, porque la existencia de la misma transmisión ya es prueba suficiente de la existencia de una civilización inteligente.

En aquella época Hans Freudenthal, un matemático de Yale, publicó una obra sobre códigos interestelares titulada *Lingua Cosmica*. Incluía un método ingenioso para construir un lenguaje utilizando operaciones matemáticas simples para establecer reglas y conceptos simples. Por ejemplo, una ecuación del tipo $2 + 3 = 5$ junto con otra $4 + 5 = 9$ puede utilizarse para determinar el significado del signo más y del signo igual. Como es lógico, los números pueden determinarse representándolos simplemente por una serie de puntos igual a su valor. Algunos de estos conceptos se utilizaron en la parte inicial de la secuencia gráfica del disco Voyager. Freudenthal demostró que utilizando estas ecuaciones matemáticas se podía desarrollar un lenguaje bastante sofisticado; incluso era posible al final expresar emociones. La *Lingua Cosmica* era ingeniosa, pero era un método de comunicación interestelar más bien arriesgado, porque suponía que los receptores tienen un cerebro y una lógica muy semejantes a la nuestra. Además, si en algún punto del método quedaba sin entender una lección de lógica, todas las lecciones siguientes se convertirían en un galimatías y nunca quedarían determinados o comprendidos los sistemas de codificación correctos. Había que recurrir a un sistema más sencillo y sin ambigüedades.

Unos seis meses después de la reunión de Green Bank se me ocurrió que un sistema potente para enviar mensajes interestelares carentes de ambigüedad sería transmitir imágenes parecidas a las imágenes normales de televisión, proceso éste muy semejante al que siguen los niños cuando aprenden a hablar. Se le enseña al niño un objeto y se le dice su nombre. ¿No tendría sentido en el contexto interestelar enviar imágenes de cosas y

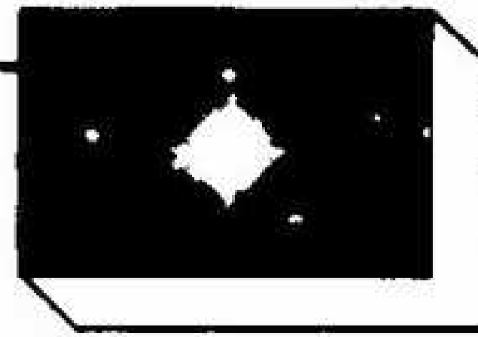


adjuntarles alguna representación lingüística que luego podría utilizarse para construir textos sofisticados? Después de experimentar un poco, comprobé que se podía obtener una imagen bastante buena simplemente dibujándola con puntos blancos y negros. Sin duda los tonos intermedios de gris serían útiles, pero de hecho la característica primaria de una imagen puede expresarse muy adecuadamente utilizando sólo el negro y el blanco. La imagen podría dibujarse tomando una red rectangular de puntos, haciendo estos puntos negros o blancos y construyendo así la deseada representación gráfica. La secuencia de puntos negros y blancos que componen la imagen se podía enviar entonces como una secuencia de dos caracteres (uno para el negro y otro para el blanco), dos tonos, o quizá puntos y rayas. Sería una tarea trivial para cualquier civilización inteligente decodificarlo.

Como ilustración del funcionamiento del sistema, construí una imagen compuesta por 551 caracteres. ¿Por qué 551? Bueno, porque es el resultado de multiplicar 19 por 29 —números primos— y pensé que esto ayudaría a los extraterrestres a disponer correctamente el mensaje. Estaba formado en una red rectangular de 29 unidades de alto y 19 unidades de ancho. Cuando los extraterrestres se den cuenta de que el número 551 puede dividirse por 19 y por 29 y por nada más, excepto 1 y 551, el hecho les sugerirá que la secuencia de caracteres recibidos se ha de disponer en un formato o bien de 19 filas con 29 caracteres cada una o bien de 29 filas de 19 caracteres. Tanteando se puede descubrir luego cuál de las dos disposiciones es la correcta, pero bastan unos minutos para conseguirlo.

La figura 1 muestra el mensaje construido como demostración del sistema. Lo hice entonces casi como una broma, únicamente para demostrar que si uno deja de ponerse en plan presuntuoso se puede conseguir un lenguaje interestelar bastante bueno. Envié como un acertijo el mensaje, sin ninguna indicación, a todos los miembros de la Orden del Delfín y les desafié a que descifraran su contenido. Desde entonces no ha dejado de sorprenderme que este ejercicio de lingüística interestelar, que al principio fue una pura diversión, haya adquirido con los años el aura de una gran revolución en la mente humana.

De hecho el mensaje de 551 caracteres contenía mucha información, más de lo que podría admitir la sabiduría convencional de la teoría de la información. Según esta teoría, 551 caracteres deberían tener el mismo contenido informativo que unas 25 palabras inglesas. Sin embargo, el valor informativo del mensaje es superior a 25 palabras. Esto se debe a que el mensaje se ha construido de modo que utiliza conceptos comparti-



An Example of a Message That Might be Received from Another Civilization in Space

1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0

1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0

0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0

0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0

1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0

1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1

0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1

A total of 551 0's and 1's. What does it tell us?

Fig. 1. El «mensaje» de 551 caracteres construido para demostrar un sistema sencillo de enviar una imagen de televisión, y para poner a prueba la habilidad de los miembros de la Orden del Delfín. Los caracteres 0 y 1 sirven simplemente para indicar que sólo se utilizan dos caracteres. En la práctica el mensaje podría consistir en puntos y rayas o en pulsaciones y espacios o en dos tonos distintos, como se hizo en el mensaje de Arecibo de 1974.

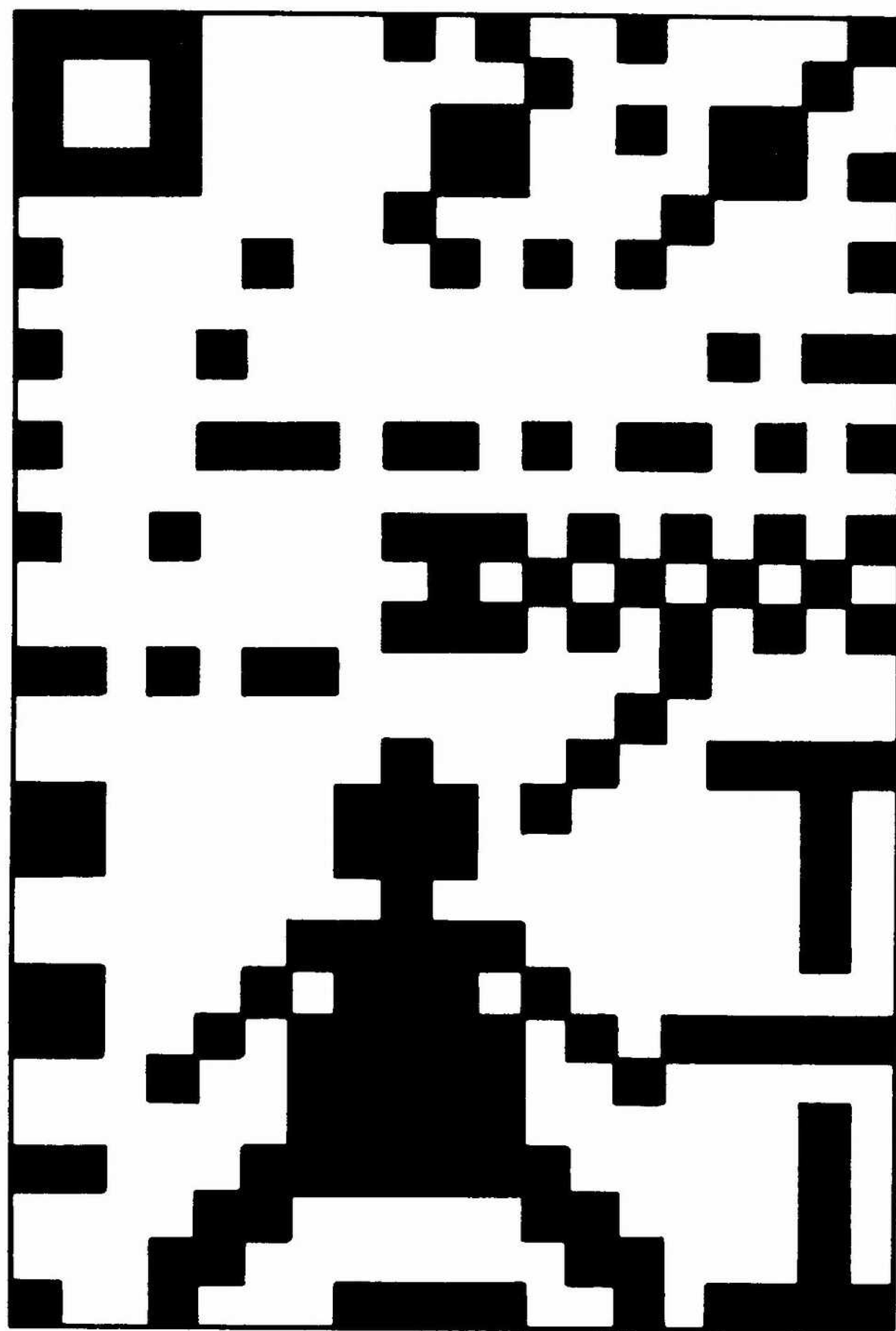
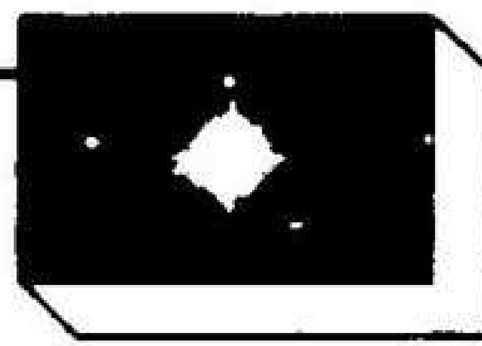


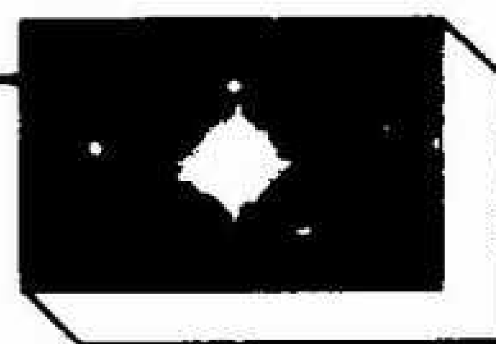
FIG. 2. Descripción del mensaje de 551 caracteres, en la que se han dispuesto los caracteres de la Figura 1 en 29 líneas de 19 caracteres, convirtiendo los 1 en cuadrados negros y los 0 en espacios en blanco.



dos por la física y la astronomía para dar información en cierto modo taquigráfica.

La descripción aparece en la figura 2, en la cual el mensaje ha quedado dispuesto en 29 grupos de 19, y los 1 se han hecho negros y los 0 blancos. ¿Cuál es el contenido del mensaje? Intenté describir lo que entonces se consideraba que sería lo más interesante para otra civilización. Vemos una imagen de la criatura inteligente que compuso el mensaje; a lo largo del margen izquierdo del mensaje vemos un diagrama del sistema solar de este ser, empezando con la estrella arriba, cuatro planetas menores, un planeta intermedio, dos planetas mayores, un planeta intermedio y finalmente un planeta menor. En la esquina superior derecha vemos dibujos de los átomos de carbono y de oxígeno, indicación de que el sistema vital de esta criatura está basado, como el nuestro, en el carbono, y de que la química de su cuerpo depende mucho del oxígeno, como nos pasa a nosotros. Esto, como es lógico, nos indicaría que este ser es químicamente semejante a nosotros.

Los caracteres situados inmediatamente debajo y a la derecha del sol son los más difíciles de descifrar. Son de hecho los números 1, 2, 3, 4 y 5 escritos en código binario. Éste es el sistema de numeración más sencillo: los números se basan en el dos y no en el extraño número diez sacado de nuestros dedos. Cuando es necesario, se añade un carácter adicional para que el número de caracteres negros sea siempre impar. De este modo queda establecido un sistema de numeración, y quedan claramente identificados los medios a través de los cuales se puede separar lo que es un número de lo que no lo es. Si hay un número impar de caracteres o de «bits», se trata de un número. Este método nos permite interpretar los tres grandes grupos debajo de los símbolos atómicos. Son grupos que tienen un número impar de caracteres negros; por lo tanto sabemos ya que son números. Son, partiendo de arriba: 5, 2 000 y 4 000 millones aproximadamente. El grupo inferior está conectado por una línea diagonal con la figura de la criatura inteligente. No podemos estar seguros del significado de estos números, pero notamos que están escritos en línea con los planetas 2, 3 y 4, sugiriendo quizá que hay 4 000 millones de seres en el planeta 4, que es sin duda el planeta de origen; 2 000 en el planeta 3, lo que indica la existencia de una gran colonia en este planeta, y finalmente un grupo de 5 en el planeta 2, es decir que se está llevando a cabo una exploración de este planeta. Debajo de la criatura hay una secuencia de caracteres; tienen un número par de bits y por lo tanto no puede ser un numeral. ¿Qué otra cosa puede ser? ¿Una palabra? No podemos estar



seguros, pero podemos suponer que la criatura nos está comunicando un nombre, cuatro bits, de modo que en futuros mensajes, cuando desee referirse a sí mismo no tenga que dibujar una imagen, sino que pueda darnos su nombre: Cuatro Bits.

Finalmente, en el margen inferior derecho hay un diagrama que nos dice de modo evidente el tamaño de la criatura. La criatura tiene una altura de treinta y un algos. ¿Qué puede ser este algo? La única longitud que tenemos en común es la longitud de onda del espectro de radio en la cual se transmitió este mensaje. Se cree que las longitudes óptimas para la comunicación interestelar son de unos diez centímetros, lo cual daría a este ser una estatura de unos tres metros y a nosotros nos haría sentirnos con una estatura de tres metros por haber comprendido el contenido de este mensaje.

Y ahora viene una sorpresa deprimente: casi nadie de la élite de miembros de la Orden del Delfín fue capaz de interpretar este mensaje. No habían visto hasta entonces ningún mensaje de este tipo y no se les ocurrió intentar un formato de imagen. Hoy en día miles de personas son conscientes de este posible formato y lo decodifican fácilmente. De todos modos, en aquellos viejos días, mis cartas a los miembros de la Orden del Delfín conteniendo el mensaje sólo obtuvieron una respuesta. Me llegó de Barney Oliver un nuevo mensaje consistente en una secuencia de 0 y de 1. Pero yo por lo menos sabía dónde mirar, y realmente se trataba de otro mensaje muy simple e inspirador, con sólo una imagen: ¡una copa de martini con una aceituna en su interior!

Quizás el mensaje de 551 caracteres era bastante difícil de interpretar, incluso después de haber descubierto el formato de la imagen. Esto se debe a que el mensaje está estructurado de modo muy apretado, con todos los símbolos y dibujos muy juntos. Para una persona no acostumbrada a estos mensajes era muy difícil señalar qué parte de la figura estaba relacionada con otra parte de ella, o incluso qué parte carecía de relación con el resto. Barney tuvo en cuenta este hecho y construyó rápidamente un nuevo mensaje de 1 271 bits, que aparece en la figura 3. Su descripción está en la figura 4. Como se ve, da una imagen mucho más clara. El contenido informativo no es desde luego tan alto, porque una parte importante del mensaje sólo sirve para describir espacios en blanco. Pero el nivel de ambigüedad es mucho más bajo. Como puede comprobarse mirando esta figura, ha bastado un pequeño incremento en el número de caracteres para poder transmitir mucha más información y una información que de hecho es más sofisticada. Vemos ahora en las imáge-

Таблица 4.7

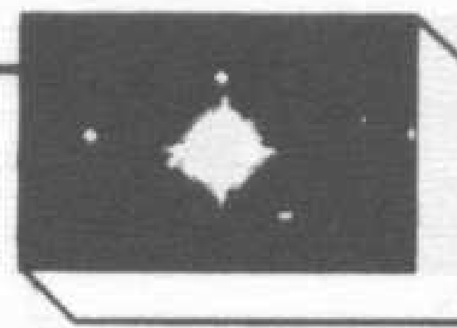
Космограмма Дрейка

Неправильная интерпретация (длина строки равна 64). Значение качества (142) значительно меньше, чем для правильной интерпретации, качество которой равно 172

		$u_{i,i+1}$	$u_{r,i+1}$	$u_{i,i+1}+u_{c,i+1}$
0100000100000110000000011000001101100110110000011001110000000000		0	11	11
1000000000000000000000000000000000000001000011100000000000000100	1	0	2	2
0000000010001000000001000100000000000000000000000000000000000010	0	0	0	0
0010000100000010000000000001000000000001000100000010001001001000	0	0	2	2
0100010001000000111000000000000001000000000001000000000000000000	0	0	2	2
0000000000000000000000000000000000000000000000000100000000000010	0	0	2	2
0010000011000100000000000000000000000000000000000000000000011000	0	3	1	4
0110000110000110000110000100000000010010010010010010010010010010	0	4	5	9
0101010010010000110000110000110000110000110000000010000000000001	0	3	6	9
1111010000000000000000000001000000000000100000100000000000001011011	1	1	7	8
1001000000000000011111010000000000000000000000000001000000000000	1	0	7	7
0000010001001110000000000001010000000000000000101001000011001010	0	2	5	7
1110010100000000000000010100100001000000000010010000000000000000	1	1	5	6
0100100000100000000000111110000000000000111110000000111010100000	0	4	8	12
1010100000000000101010000000100000000000010001010000000000101000010	1	8	4	12
0000000000000000100010010001000100110110011101101101000001000010	0	4	0	4
0010101010001000100000000000000000000001000100010010010001000100000	0	4	11	15
1000000000000111000001111100000111000000111110100000101010000001	1	4	12	16
0100000100010000000100000000000100000100001110000100000100000011000	0	5	1	6
0000001000001000100010001000001000001000011000010000001000100100	0	4	4	8
0100000100000110000000011000001101100110110000011001110000000000	0	—	—	—
	$U_{стр}$	47 $U_{столб}$	95	$U = 142$

§ 7. Алгоритмы обработки информации

Fig. 3. El mensaje de 1 271 caracteres de Barney Oliver, escrito del mismo modo que el mensaje de la figura 1.

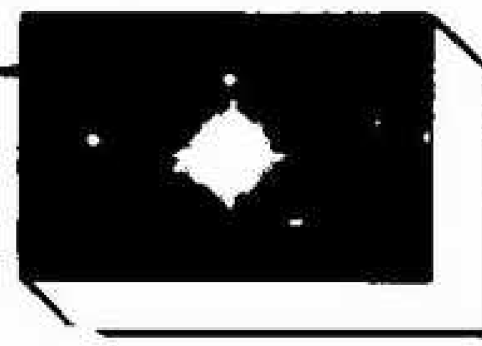


$u_{i,i+1}$	$u'_{i,i+1}$	$u_{i,i+1}$
1	7	8
0	3	3
0	2	2
4	0	4
4	0	4
0	2	2
0	2	2
0	0	0
0	1	1
0	5	5
0	5	5
0	5	5
2	3	5
0	5	5
0	7	7
0	2	2
2	1	3
11	2	13
1	2	3
2	4	6
1	1	2
0	2	2
6	2	8
6	3	9
12	1	13
2	6	8
1	5	6
3	3	6
9	2	11
13	1	14
6	2	8

$U_{стр} = 86$ $U_{столб} = 86$ $U = 172$

Рис. 59. Космограмма Дрейка. Правильная интерпретация (длина строки равна 41). Перед первой строкой — последняя

FIG. 4. Descripción del mensaje de 1 271 caracteres.



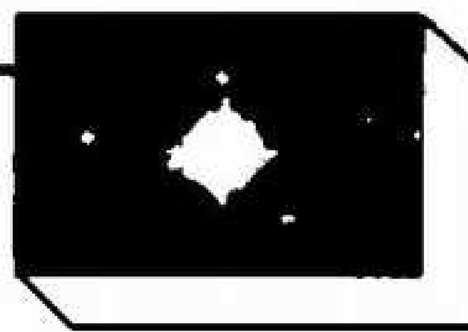
nes de las criaturas inteligentes dos sexos y un niño. Está claro que estos seres no nacen con su tamaño definitivo, sino que se desarrollan a partir de versiones más pequeñas que las maduras.

La construcción de estos dos mensajes sencillos con imágenes codificadas en binario demostró que se tiene aquí un buen medio para una comunicación interestelar fiable sin contacto previo. No hemos de temer un problema linguístico cuando nos encontremos con otras civilizaciones, aunque los medios de contacto queden limitados a transmisiones de radio muy simples.

En diciembre de 1969 nuestro Observatorio de Arecibo patrocinó un encuentro de la Sociedad Astronómica Americana en un gran hotel turístico de San Juan, Puerto Rico. Estábamos tomando café en una pausa cuando charlando con Carl Sagan me contó un hecho que casi nadie había notado: la nave espacial Pioneer 10, que tenía que ser lanzada pronto en una misión a Júpiter, daría la vuelta a Júpiter y en el proceso ganaría suficiente velocidad para escapar del sistema solar. Viajaría indefinidamente entre las estrellas hasta los límites más lejanos de la galaxia. Quienes habían caído primero en el hecho fueron un colaborador de *Christian Science Monitor,* Eric Burgess, y un experto planetario, Richard Hoagland, los cuales sugirieron que siendo el primer objeto que abandonaría el sistema solar, podría llevar consigo algún mensaje para cualquier civilización inteligente que pudiera algún día interceptar la nave. Carl se había prestado voluntariamente con todo entusiasmo a construir un mensaje de este tipo para la NASA. El plan consistía en grabar algo en una placa metálica, porque se sabía que un grabado metálico de este tipo en el ambiente del espacio se mantendría reconocible quizá durante miles de millones de años.

En este caso usando la placa se podrían quizas inscribir en ella hasta 100 000 caracteres apretados, y se pensó enviar así un mensaje mucho más sofisticado que los de las primeras figuras en código binario. En esta ocasión queríamos enviar alguna información sobre la naturaleza de la vida en la Tierra, y especialmente dar la época y el lugar del lanzamiento del Pioneer 10.

Carl me preguntaba cómo podríamos expresar bien estos hechos. En los pocos minutos que precedieron a la reunión hablamos sobre varios métodos, entre ellos la posibilidad de incluir un mapa de la galaxia con un gran número de estrellas binarias, para quizá de este modo poder determinar la localización de la Tierra en la galaxia. Carl sugirió la posibilidad de presentar un mapa con la Osa mayor y unas cuantas constelaciones



más. Esto determinaría la época del lanzamiento con una precisión de unos 10 000 años y el lugar del lanzamiento con una precisión de unos veinte o treinta años luz. En aquella época yo me dedicaba activamente a la investigación de púlsares, fuentes de radio de rápida pulsación, cada una de las cuales tiene una frecuencia de pulsación característica, y se me ocurrió que dar la localización de la Tierra con respecto a unos cuantos púlsares importantes sería un método mucho más potente. La frecuencia de pulsación característica de cada púlsar identificaría de modo muy claro el púlsar indicado en el mapa. Pero además, aunque las frecuencias de pulsación están bien definidas, cambian gradualmente en un valor muy pequeño, que puede medirse con precisión, a pesar de ser tan pequeño. Algunas cambian sus períodos de pulsación en mucho menos de una milmillonésima de segundo por día. El cambio observado en la frecuencia del púlsar entre la indicada en el grabado y la determinada por quienes capturen la nave espacial Pioneer daría el tiempo transcurrido desde que se hizo el dibujo. Por lo tanto, la utilización de un mapa de púlsares nos permitiría localizar el lugar de origen de la nave dentro de la galaxia Vía Láctea e indicaría, también, con mucha precisión el tiempo que estuvo volando la nave antes de su interceptación. Decidimos seguir este sistema para cumplir con los objetivos principales de la placa del Pioneer 10. Este mismo mapa aparece en la cubierta del disco Voyager y en la secuencia de figuras, para señalar el lugar de nacimiento y el día cósmico de nacimiento del Voyager.

Carl me preguntó si podría construir rápidamente el mapa de púlsares porque no se disponía de mucho tiempo. Le respondí afirmativamente y procedí a hacerlo. Mientras yo lo hacía, Carl añadió un diagrama del sistema solar con las distancias relativas de los planetas y su esposa Linda dibujó la información quizá más importante de la placa, las figuras de un hombre y de una mujer de pie ante un dibujo de la misma nave para dar la escala. Las figuras contenían características de todas las razas humanas. La placa aparece en la figura 5. Cada nave espacial Pioneer 10 y 11 iba provista en el lanzamiento de una de estas placas. Estas dos naves han volado ya más lejos de Júpiter y están en camino hacia el espacio interestelar, tal como se había planeado.

La placa de los Pioneer 10 y 11, a pesar de su sencillez, provocó una reacción pública divertida y asombrosa al mismo tiempo. La prensa y la televisión se vieron enfrentadas con el problema de mostrar esta placa con todos sus detalles a pesar de que había dibujadas en ella personas desnudas. Fue el primer desafío serio para algunos de los medios de

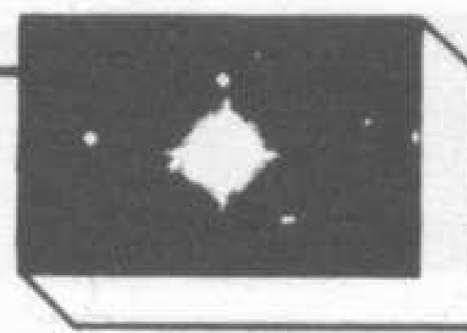
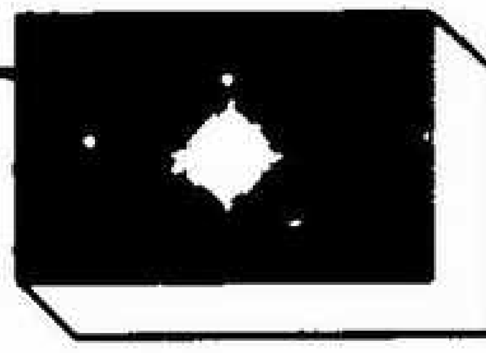


Fig. 5. Las placas de los Pioneer 10 y 11. Esta imagen se grabó en una placa de aluminio anodizado en oro de veintitrés centímetros.

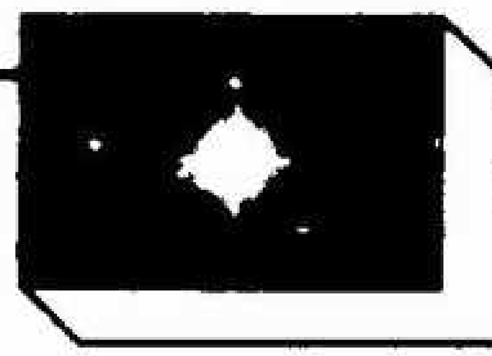


difusión afectados. Los directores del *Chicago Sun-Times* hicieron frenéticos esfuerzos para borrar las partes sexuales de las figuras desnudas. A medida que se sucedían las ediciones, todas en el mismo día, iban desapareciendo uno tras otro los trozos excitantes de la anatomía. *Los Angeles Times* publicó cartas irritadas al director de lectores que denunciaban a la NASA por utilizar el dinero de los contribuyentes para enviar «porquería» al espacio. Hubo cartas de ultrajadas feministas que protestaban porque la mujer de la placa parecía subordinada al hombre. ¿No estaba un paso detrás de él? Y, ¡válgame Dios!, ¿por qué levantaba el hombre la mano y no ella? Todo esto supuso un shock para la artista, Linda Sagan, que se consideraba una mujer liberada.

Algunos expresaron sorpresa y alarma porque intuían que las figuras humanas se parecían demasiado a *su* propia raza, sea cual fuere. Aunque parezca mentira, esta objeción la formularon miembros de todas las razas; debajo de esto debe haber oculta alguna profunda verdad psicológica. Quizás las quejas más importantes decían que este mensaje fue construido por un grupo muy limitado de personas —de hecho fueron tres— y que por lo tanto no representaba el conjunto de la raza humana ni quizás era tan informativa como debiera. La prensa británica publicó editoriales pidiendo que cualquier iniciativa similar en el futuro fuera gestionada por un gran grupo ecuménico internacional de científicos y legos.

Después de esta descarga de críticas, decidimos que la mayoría de ellas carecían de mérito, y consideramos que no se había cometido ninguna equivocación importante. De todos modos hicieron que nos enfrentáramos con el arte de construir mensajes interestelares con mucha mayor humildad. Habíamos descubierto que existía un amplio interés humano por el contenido de los mensajes interestelares, aunque la probabilidad de que llegaran a ser captados fuera muy pequeña.

Tenía presentes estas ideas cuando se presentó la próxima oportunidad de transmitir un mensaje interestelar. Estábamos en 1974 y en el Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera acabábamos de instalar una nueva superficie reflectora en el radiotelescopio de 305 metros de Arecibo y un nuevo transmisor con una potencia aproximada de medio millón de watios. La potencia de este transmisor una vez enfocada por el reflector gigante se convertiría en la señal más intensa que saldría de la Tierra. De hecho la señal iba a ser tan fuerte que quizá sería un millón de veces más brillante que el Sol en una longitud de onda comparable, y sería una señal fácilmente detectable por radiotelescopios no más sensibles que los nuestros a través de distancias interestelares de muchos miles de años



THE ARECIBO MESSAGE, 1974

```
0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1
0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0
0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1
0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1
1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1
1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0
1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0
0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0
```

Fig. 6. El mensaje de Arecibo de noviembre de 1974. En este caso los dos caracteres se enviaron conectando alternativamente el transmisor de radio entre dos frecuencias de radio separadas unos 75 ciclos por segundo. La frecuencia de radio básica era de 2 380 megaherz. Los caracteres se enviaron a una velocidad de 10 por segundo.

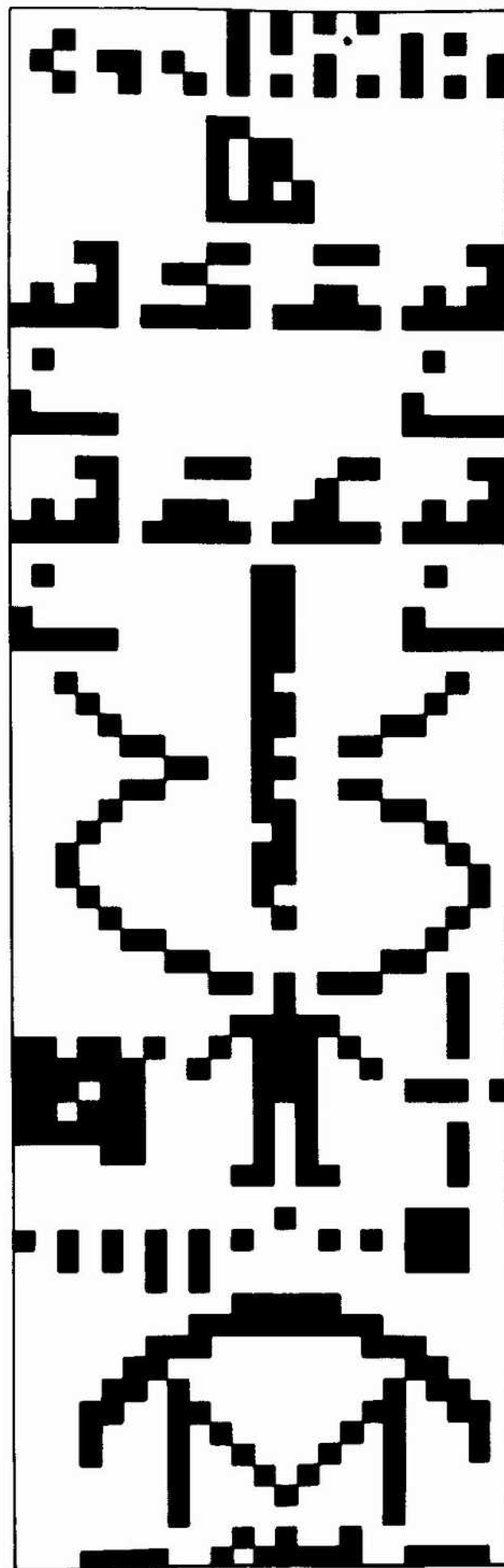
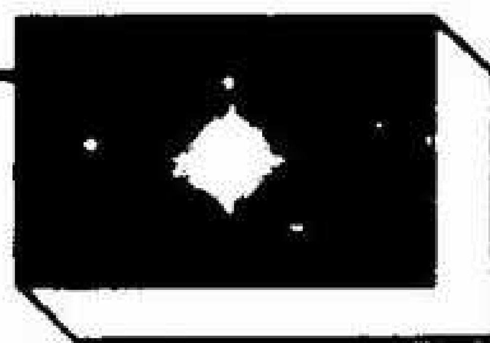


Fig. 7. Descripción del mensaje de Arecibo. El mensaje está escrito en este caso en forma de 73 grupos de 23 caracteres.

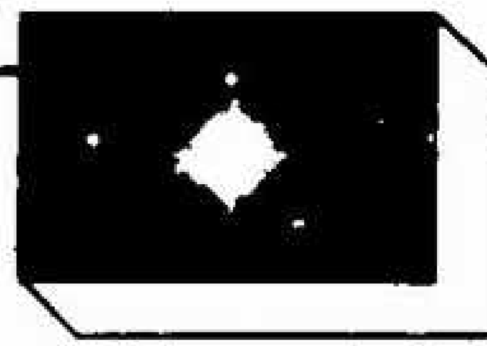


luz. Se iba a celebrar una ceremonia de dedicación en el observatorio de Arecibo en noviembre, y pensamos que una manera impresionante de dedicar el «nuevo» telescopio sería transmitiendo con él un mensaje interestelar. En esta ocasión pedí el consejo de muchas más personas: la mayoría científicos, desde luego, pero incluyendo un abanico mucho más amplio que antes.

En este mensaje se utilizó el mismo formato que en los mensajes anteriores: una imagen de televisión en blanco y negro. Queríamos enviar unos diez caracteres por segundo, porque esto haría que la señal fuese detectable a muy grandes distancias y porque una señal de este tipo sonaría agradablemente en los oídos del público el día de la dedicación. Pensamos que bastaría con tres minutos de una transmisión con estas características —más tiempo resultaría aburrido—, y por lo tanto escogimos un mensaje consistente en 1 679 caracteres. El número 1 679 es el producto de los números primos 73 y 23. Los caracteres se enviarían en forma de dos tonos. El film *Encuentros en la tercera fase* utiliza un método de comunicación que imita este mensaje, pero a un nivel trivial.

Recogí las ideas que me habían sugerido varias personas y las combiné para producir el mensaje final, que aparece en las figuras 6 y 7. Los primeros caracteres aparecen en la esquina superior derecha de la descripción, y el mensaje se lee de derecha a izquierda y de arriba a abajo. Este mensaje contiene bastante más información que los anteriores, pero probablemente también puede decodificarse más fácilmente. Estábamos aprendiendo.

El mensaje se inicia con los números del 1 al 10, escritos como siempre en código binario, pero los apreté a propósito contra el margen superior para obligarnos a adoptar alguna convención que indicara la manera de escribir números grandes cuando no hay espacio suficiente para hacerlo. De este modo la convención quedaría fijada claramente. Había que proceder en esto de modo cuidadoso y claro, porque en el mensaje aparecen números, escritos no sólo en varias líneas sino en tres orientaciones. Luego siguen los números 1, 6, 7, 8 y 15, situados de modo bien visible en una posición aislada. Ésta es probablemente la parte más enigmática del mensaje. La única interpretación consistente de estos números es que son los números atómicos de los elementos hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y fósforo. Esto se entiende sobre todo cuando se exploran los siguientes caracteres del mensaje, que son conjuntos de números en las mismas localizaciones que los números atómicos de los diversos elementos. Estos elementos integran fórmulas químicas: las fór-

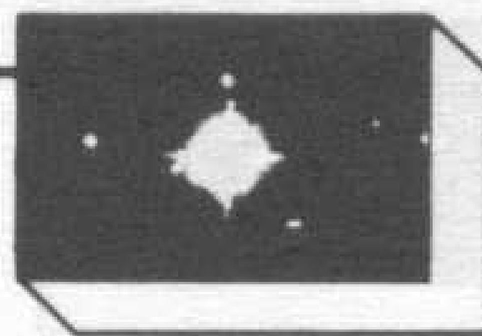


mulas de los componentes de la molécula que determina la naturaleza de la vida en la Tierra, la molécula de DNA. Aparece en el mensaje su composición e incluso su forma, la de una doble hélice. Si uno mira los dibujos usuales de la complicada molécula de DNA no parece posible representarla de modo claro y sucinto con la capacidad limitada de este tipo de mensaje para dar una imagen; sin embargo, cuando nos pusimos a hacerlo resultó en definitiva bastante sencillo.

La doble hélice termina sobre la cabeza de un ser humano, indicando con ello una relación con el ser inteligente. Se hicieron varios intentos para conseguir una mejor versión unisex de esta persona, pero lo mejor que conseguimos fue algo que se parece tanto a un gorila como a un hombre, y por lo tanto tuve que decidirme por esta persona de apariencia más bien masculina. Queda claro que el DNA es algo importante para nosotros. Tiene igual importancia un número grande, situado dentro de la molécula de DNA, que dice el número de pares de nucleótidos, o bits de código, en la molécula humana típica de DNA. Esto expresaba algo que no podía describirse de otro modo en una obra de arte tan simple como ésta: el nivel de nuestra evolución, y una cierta medida del nivel de nuestra inteligencia.

A la derecha de la criatura hay una medida de su tamaño, dada en función de la longitud de onda de transmisión del mensaje, 12,6 centímetros. A la izquierda de ella hay un número grande que da la población humana sobre la Tierra. Debajo de la figura hay un esquema del sistema solar, incluyendo el Sol y los nueve planetas, y mostrando por lo menos los tamaños relativos de los planetas. El planeta 3 está un poco separado hacia el hombre, demostrando que hay algo especial en relación a él, que se trata en definitiva del hogar de la raza humana. Finalmente debajo del sistema solar, y «hacia arriba» en relación a la Tierra, hay el esquema de un telescopio, un reflector que enfoca los rayos en un punto. Debajo mismo hay un número que da el tamaño del telescopio, unos 305 metros, también en longitudes de onda. Se trata del tamaño del telescopio que envió el mensaje, el radiotelescopio de Arecibo, y al mismo tiempo del tamaño del mayor radiotelescopio de la Tierra. Describimos de este modo el grado de progreso de nuestra tecnología. Obsérvese que si se envía el mensaje repetidamente parecerá que irá brotando del telescopio, insistiendo así en que se trata del aparato que envía el mensaje.

Carl sabía que estaba construyendo el mensaje, estaba muy interesado en él y se prestó a actuar de sustituto de extraterrestre. Un día pues hicimos una salida al club de la facultad en el campus y almorzamos



PROPOSED MJS RECORD

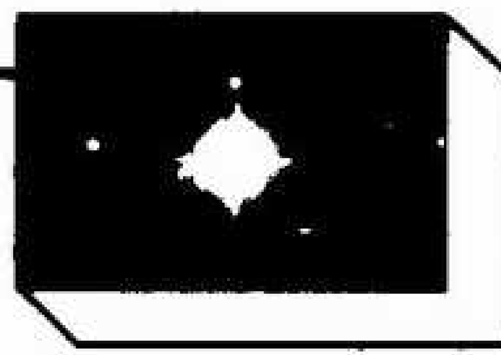
(12" DISK, ONE SIDE, 33⅓ RPM)

PICTURE / SOUND	ELAPSED TIME
SPACECRAFT AT LAUNCH WITH HUMAN FIGURES	2^{m}
H, C, N, O, P → SYMBOLS (USE OUR ALPHABET)	3
A, T, C, G, PO_4, DEOXYRIBOSE → SYMBOLS	5
DNA	7
HUMAN FIGURES (CHILD, ADULT MAN & WOMAN, ELDERLY MAN & WOMAN?)	10
A HOUSE (WITH PLANTS, AUTOMOBILE, HUMAN FIGURES)	12
HUMAN DINNER CONVERSATION	13
TIMES SQUARE (WITH AUTOMOBILE)	15
SOUNDS OF TIMES SQUARE	16
SYDNEY OPERA HOUSE (WITH BOATS)	18
SYMPHONY	20
TAJ MAHAL (WITH AIRPLANE, ELEPHANT?)	22
INDIAN MUSIC	23
MILKY WAY SHOWING SUN, MAGELLANIC CLOUDS, M31, SOLAR SPECTRUM	25

PICTURES NOMINALLY 500 x 500 lines = 250 000 PIXELS, 4 bits per pixel. HUMAN FIGURES 1.5 TIMES MORE PIXELS.

January 1977 at Kawabata Cottage at Kahala Hilton
Honolulu, Hawaii

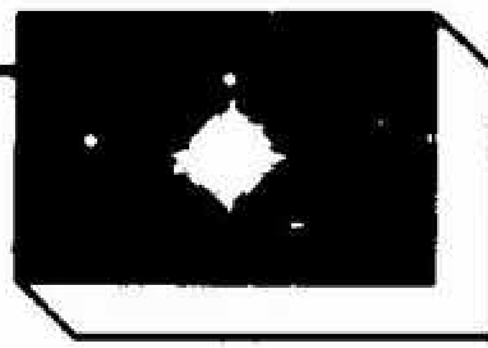
FIG. 8. El primer esbozo escrito del mensaje del Voyager, preparado en Hawai en enero de 1977. Obsérvese el limitado número de imágenes que creíamos posible enviar entonces, y que el primer cálculo nos daba varios minutos para enviar cada imagen.



largamente, mientras yo le ponía delante en silencio el esbozo de mi esquema. Se lo meditó, y una vez entendida con esfuerzo, la primera parte del mensaje, la más difícil, pasó a abrirse paso sucesivamente por el resto. Hizo unas cuantas sugerencias para mejorarlo, pero el mensaje había funcionado. Me sentí muy tranquilo esta vez, cuando las computadoras de Arecibo se pusieron a construir las órdenes necesarias para controlar los transmisores de radio.

El mensaje se envió con éxito el 16 de noviembre de 1974 a la 1.00 ATS (tiempo estándar del Atlántico) ante un público de unas doscientas personas. Fue dirigido hacia el gran cúmulo globular de estrellas en la constelación de Hércules llamado Messier 13, a unos 25 000 años luz de distancia. El mensaje tardará 25 000 años en alcanzar las 300 000 estrellas de Messier 13, tocando durante su trayecto a quizás unas 30 estrellas más. Mientras el público miraba la gran estructura transmisora, situada a 150 metros encima suyo y brillando en el sol tropical, muchos notaban algo muy especial en el misterioso gemido, en el sonido de un mensaje que se enviaba por primera vez a las estrellas. Tardó en ser enviado 169 segundos, y cuando el gorjeo del mensaje se transformó en el tono constante que señalaba su fin, el impacto emocional sobre una parte considerable del público era evidente: había lágrimas en muchos ojos y se oían suspiros. El mensaje, más brillante que los fuegos de nuestro propio sol, estaba ya en camino. Los primeros bits del mensaje habían superado la órbita de Marte. Bastarían siete horas para que el mensaje pasara por la órbita de Plutón y se lanzara a la velocidad de la luz por las tinieblas del espacio interestelar. En este momento está más lejos de la Tierra que la distancia que nos separa de la estrella más próxima.

El mensaje de Arecibo sólo provocó dos protestas importantes. Una procedía de unos pocos científicos preocupados porque no habíamos tenido en cuenta la velocidad de la Tierra al lanzar el mensaje. Del mismo modo que un jugador de fútbol ha de corregir la dirección en la que pasa la pelota para compensar su propio movimiento, también nosotros tenemos que introducir una corrección para compensar el lanzamiento desde una plataforma que se mueve, la Tierra. Nos movemos a unos 240 km por segundo debido a nuestro movimiento orbital alrededor del centro de la Vía Láctea (nuestro movimiento alrededor del Sol contribuye apenas con 29,6 km por segundo). Esta velocidad es suficiente para desviar de modo significativo el curso del mensaje, en un ángulo que vale una décima parte del diámetro de la Luna. Teníamos que haber corregido este ángulo. Pero no conocemos con suficiente exactitud nuestra velocidad por el espacio



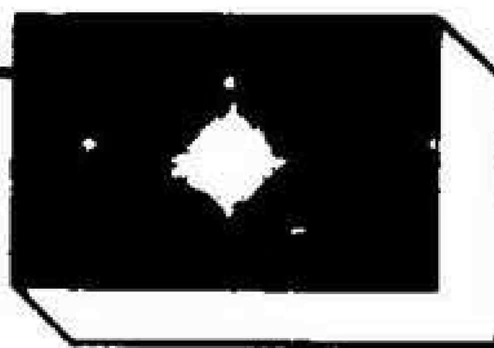
para hacer una corrección muy exacta. En este caso no tiene importancia, porque el tamaño angular de Messier 13 es mayor que el de la Luna, y el mensaje llegará a Messier 13 aunque no lo hayamos lanzado en la dirección totalmente correcta.

La otra protesta era una protesta seria, formulada por sir Martin Ryle, premio Nobel y Astrónomo Real de Inglaterra. Nos escribió muy preocupado diciendo que en su opinión era muy peligroso revelar nuestra existencia y localización a la galaxia. El concepto que él tenía de las criaturas del exterior era de seres malévolos o hambrientos, que si se enteraban de nuestra existencia, podían venir para atacarnos o comernos. Recomendó encarecidamente que no se enviaran más mensajes de este tipo, e incluso pidió al Comité ejecutivo de la Unión Astronómica Internacional que aprobara una resolución condenando estos mensajes. Muchas más personas menos entendidas tuvieron idénticas preocupaciones.

El hecho es que para bien o para mal hemos anunciado ya nuestra presencia y localización al universo, y continuamos haciéndolo cada día. Hay una esfera de transmisiones de radio de un grueso de unos treinta años luz que se va expandiendo hacia el exterior a la velocidad de la luz, anunciando a todas las estrellas que va dejando en su interior que la Tierra está llena de personas. Nuestros programas de televisión inundan el espacio con señales que pueden detectarse a enormes distancias con instrumentos no mucho mayores que los nuestros. Es un hecho para meditar que quizás las primeras noticias que se tengan de nosotros serán las de cualquier programa popular de sobremesa.

También nuestras transmisiones de radar esparcen las señales de la actividad humana por los rincones remotos de la galaxia. Es sin duda un tema a discutir si Martin Ryle está ó no justificado en sus temores de revelar la localización de nuestra civilización. A pesar de ello ya es demasiado tarde para preocuparse y lo mejor que podemos hacer es tratar de mostrarnos amistosos.

Le llegó finalmente al Voyager el turno de llevar al cosmos noticias de nuestra existencia. Cuando pensábamos cómo sería este mensaje, teníamos presentes todas las lecciones del pasado. Habíamos aprendido de los primeros mensajes la necesidad de expresarnos con una claridad absoluta. El miedo al contenido sexual y la preocupación por los prejuicios había emergido al revelar el contenido de la placa del Pioneer. Entre los preparadores de mensajes se podían oír los llamamientos en favor del ecumenismo. Todavía resonaban en nuestros oídos los argumentos para que procuráramos expresar amistad en nuestros mensajes.



A fines de enero de 1977 hubo una reunión de la Sociedad Americana de Astronomía, en esta ocasión en Honolulu, y tuve el placer de compartir una deliciosa casita con Carl y su familia en el hotel Kahala Hilton. De hecho Carl había reservado esta cabaña muchos meses antes porque la cabaña daba a una gran piscina en la que había dos delfines muy entrenados. La cabaña se llama Kawabata Cottage, porque el premio Nobel japonés Kawabata residió allí en cierta ocasión. Dormir en aquella cabaña con las ventanas abiertas era algo que inspiraba: podíamos oír a nuestros viejos amigos los delfines nadando lentamente, respirando, jugando los dos. Se tenía en cierto modo la sensación de que no eran unos habitantes más del mar, sino seres muy ingeniosos e inteligentes que vivían en la habitación de al lado.

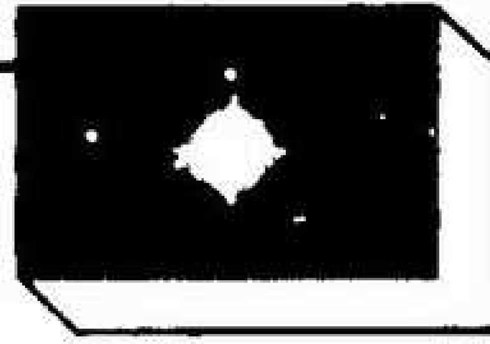
Estábamos todos muy preocupados por la composición del mensaje del Voyager, porque entonces el plazo era corto. Carl había pensado en la posibilidad de enviar duplicados casi iguales de las placas del Pioneer, evitando de este modo toda crítica nueva y el duro problema de seleccionar un grupo que construyera un mensaje nuevo y flamante. Sabíamos que, sea cual fuere la composición del grupo, habría quejas por haber descuidado a alguien o a alguna fuente de sabiduría. Pero esto parecía una simple escapatoria que nos hacía perder una buena oportunidad.

Carl estaba muy interesado en enviar algo de música. De hecho, Barney Oliver había sugerido enviar una grabación en cinta para que esto fuera posible. Sin embargo, pensamos que una grabación en cinta no tendría la requerida longevidad.

Yo era muy partidario de las imágenes, debido a nuestras experiencias anteriores; pensaba que era la mejor manera de expresar con claridad nuestra información sofisticada e interesante. Una placa grabada, como la de los Pioneer, es muy duradera, pero también muy limitada. Podía incluir quizá una o dos imágenes: pero ¿qué podía decirse sobre la Tierra en sólo dos imágenes?

Entonces se me ocurrió que quizá podríamos conseguir el pastel e incluso comérnoslo. Un disco fonográfico es una placa grabada que puede transportar sonidos. Pero una imagen de televisión no es más que una colección de señales de varias frecuencias, igual que el sonido. Si pudiéramos traducir estas frecuencias de imagen a otras frecuencias que pudiesen grabarse bien en un disco fonográfico, también podríamos grabar imágenes. Podríamos tener sonido e imagen, e incluso combinarlos para aumentar en gran medida el contenido informativo de la «placa».

El contenido informativo potencial era enorme. Nuestro primer men-



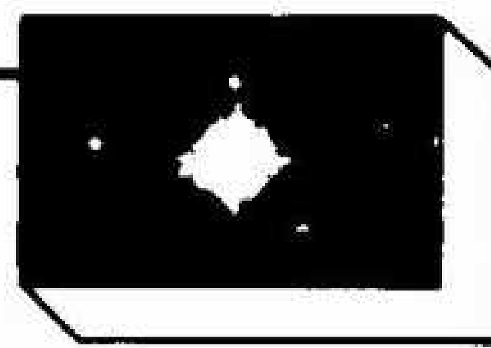
saje había contenido unos 1 000 caracteres. Las placas Pioneer podían contener hasta 100 000 caracteres, aunque no utilizamos ni mucho menos un número tan alto. ¡Una cara de un disco fonográfico de larga duración puede contener 10 millones de caracteres!

Pensé que la solución era buena y compuse una tabla provisional con el índice del disco. La idea era entonces utilizar una cara de disco, y un cálculo rápido demostró que una imagen de televisión necesitaría tres minutos de transmisión. Parecía una buena idea disponer una mezcla de figuras de personas y de otros aspectos de la Tierra, sonidos correspondientes a las figuras y algunos ejemplos de música. El primer índice propuesto, a partir del cual se desarrolló el disco Voyager, aparece en la figura 8.

Uno de los hechos más notables relacionados con el disco Voyager es el sistema utilizado para aumentar considerablemente su contenido informativo. Al final, como se explica en el ensayo anterior, se tuvo un disco de dos caras grabado a la mitad de la velocidad normal, disponiendo de este modo de dos horas de grabación. Cada imagen de televisión necesitó sólo cuatro segundos para grabarse (doce segundos una fotografía en color). Lo que al principio eran sólo diez imágenes acabó siendo ciento dieciocho; hubo además un catálogo entero de voces y de sonidos terrestres y una hora y media de música. Habría sido mucho más sencillo escoger las imágenes si su número hubiese quedado limitado a diez. Es desesperante pensar que los 10 millones, aproximadamente, de caracteres del disco Voyager son los caracteres que pueden enviarse en sólo unos pocos segundos a través de un canal normal de televisión. ¡Qué ricos podrían ser los mensajes interestelares por radio!

A Carl le gustó la idea de un disco y consiguió que los funcionarios de la NASA la aceptaran. Pero tuvimos que esperar semanas hasta que todas las personas necesarias dieran su aprobación al proyecto dentro de la NASA. Se había hecho ya muy tarde y la construcción del disco se convirtió en un proyecto acelerado.

Carl distribuyó las responsabilidades. Se quedó con el muerto de escoger los pasajes musicales con Tim Ferris; Ann Druyan se encargó de los sonidos de la Tierra, y Linda Sagan del grupo de salutaciones en muchas lenguas. Yo reuní rápidamente un grupo lo más ecuménico y entendido que pude a fin de componer la tan difícil serie de figuras. Jon Lomberg jugó un papel clave reuniendo un número enorme de fotografías de posible inclusión, extraídas de un conjunto increíble de fuentes, como por ejemplo, las bibliotecas de Cornell, las bibliotecas de Toronto,

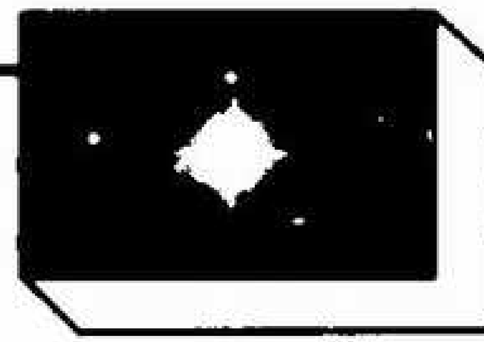


la National Geographic Society, y las Naciones Unidas, entre otras. Ayudó a hacer la selección y en caso necesario proporcionó material artístico original. Wendy Gradison ayudó proporcionando fotografías a incluir y encargándose de la pesada tarea de conseguir permisos para la utilización de cada fotografía seleccionada. Amahl Shakhashiri ayudó en la localización de fotografías, tomándolas en algún caso ella misma y escogiendo las que se incluirían finalmente en el disco. Herman Eckelmann, el fotógrafo de equipo, trabajó todo el tiempo necesario, un día y otro, tanto tomando fotos especiales como haciendo las ampliaciones y diapositivas necesarias.

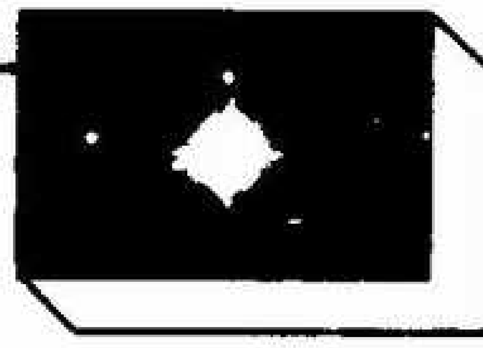
Valentin Boriakoff jugó un papel muy especial y decisivo en el éxito de la grabación de la secuencia de figuras. Cuando llegó el momento de averiguarlo, descubrimos con sorpresa que el mundo no se había preocupado por fabricar máquinas capaces de convertir las señales de las imágenes de televisión en señales de frecuencia mucho menor que pudiesen grabarse en un disco fonográfico. Intelectualmente la idea era sencilla, pero al parecer la electrónica capaz de llevar a cabo la operación era inexistente. Incluso el gran conjunto de computadoras que utilizamos en el observatorio de Arecibo era incapaz de enfrentarse con la tarea. La misma industria televisiva no había tenido nunca necesidad de un aparato de este tipo y por lo tanto no podía resolver el problema.

Valentin es una de las estrellas en nuestro equipo de diseño electrónico, y le cargamos el problema. Consiguió de algún modo enterarse de la existencia en Colorado de una pequeña empresa llamada Colorado Video, Inc., que acababa de desarrollar una máquina para llevar a cabo las transformaciones requeridas. Habían imaginado que algún día alguien necesitaría una máquina para enviar imágenes de televisión por una línea telefónica o algo similar, y habían construido la computadora especializada capaz de hacerlo. Afortunadamente su aparato funcionaba bien, y estuvieron muy interesados en intervenir en el proyecto del disco Voyager. Hicieron donación del uso de su máquina y de su personal. De este modo las imágenes se grabaron con éxito en Colorado Video, con la ayuda de Valentin, y cada imagen en sólo ocho segundos. Sin la labor de Colorado Video Inc., el contenido informativo del disco, las magníficas fotografías de nuestra Tierra, hubiese sido mucho más limitado.

El plazo limitado disponible para ejecutar el disco produjo un fallo lamentable en el producto final. Los sonidos, la música y las imágenes están grabadas separadamente y no interrelacionadas. Hubiese sido mucho mejor que las voces humanas hubiesen seguido a la imagen corres-



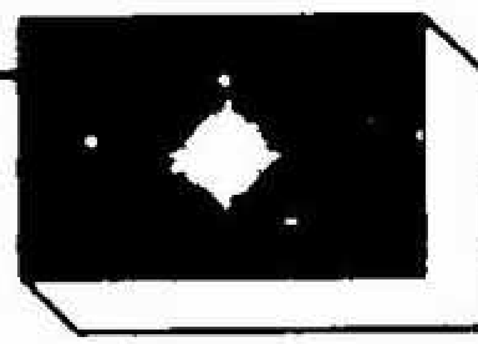
pondiente, el sonido de un motor junto a la foto de un coche, o la imagen de un violín junto al sonido de su música. Si llega a haber algún receptor del disco Voyager, se dará cuenta de que conocemos lo suficiente para disponer una combinación tan buena de sonidos y de imágenes. También comprenderán que la falta de esta mezcla de elementos sólo puede significar una cosa: los antiguos artistas que les dieron aquel disco (¿sale en las figuras alguno de ellos?), muertos ya desde hace mil millones de años, no dispusieron de tiempo suficiente. Demasiadas prisas, poco tiempo para organizarse bien. Otros encargos, otros compromisos. Los mensajes interestelares no son las cosas más importantes en la civilización de esta era. Por lo menos de momento. Ellos se darán perfectamente cuenta. Quizás no sea esto nada nuevo para ellos. Quizás sea algo que nosotros no estábamos dispuestos a reconocer, pero que les insinuamos para que se dieran cuenta que mil millones de años antes hubo una civilización poco diferente de la suya.



Bibliografía

1. «The Search for Extraterrestrial Intelligence» por Carl Sagan y Frank Drake, *Scientific American*, vol. 232, n.° 5 (mayo de 1975), pp. 80-89.
2. «The Arecibo Message of November 1974» por el equipo del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera, *Icarus*, vol. 26 (1975), pp. 462-466.
3. «On Hands and Knees in Search of Elysium» por Frank Drake, *Technology Review*, vol. 78, n.° 7 (junio de 1976), pp. 22-29.
4. «A Message from Earth» por Carl Sagan, Linda Salzman Sagan, y Frank Drake, *Science*, vol. 175 (25 de febrero de 1972), pp. 881-884.
5. *Interstellar Communication: Scientific Perspectives*, edición a cargo de Cyril Ponnamperuma y A. G. W. Cameron. Boston: Houghton Mifflin, 1974.





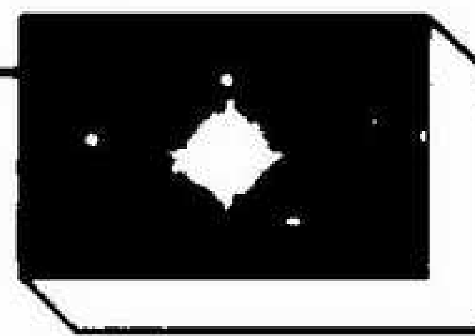
3

IMÁGENES DE LA TIERRA

por Jon Lomberg

Pienso que un mensaje extraterrestre será tratado mucho más como una materia de estudio académico que como una mera serie de titulares periodísticos.

PHILIP MORRISON



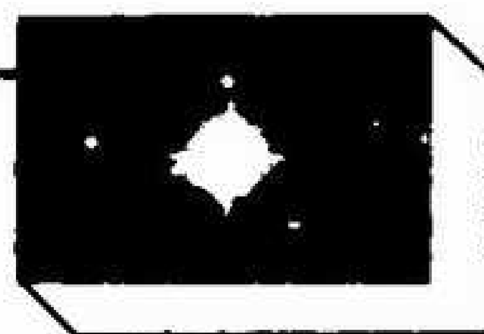
Cuando Carl Sagan me mencionó por primera vez el disco Voyager, no esperaba acabar construyendo un mensaje fotográfico para los extraterrestres. Yo había escrito algunos años antes una publicación titulada «Algunas nociones de arte, los extraterrestres y la naturaleza de la belleza», editada y distribuida por el Museo Nacional del Aire y del Espacio de la Institución Smithsoniana. En ella y refiriéndome al trabajo de algunos filósofos y estéticos (como Pitágoras y Gustav Fechner), sugerí que algunos de los principios del arte humano, especialmente la música, se basaban en constantes físicas y en el orden matemático de la naturaleza. Así, diferentes tipos de inteligencia cuando observan el mismo universo pueden producir formas artísticas con algunas características similares. En particular había propuesto que ciertas estructuras de alto nivel de ordenación, como las fugas (especialmente las de Bach), podrían ser accesibles a las mentes de toda la galaxia, suponiendo que pudieran oírlas.

Sagan, notando mi entusiasmo por un proyecto que implicaba de hecho enviar música al espacio interestelar (mi excitada contestación a su propuesta para realizar el Voyager no tardó ni un nanosegundo en manifestarse), dijo: «Considérate ya un colaborador» y me pidió que le presentara ideas y proyectos.

Al final resultó que intervine en el diseño de tres aspectos del disco: la elección de la música (sobre todo en las selecciones clásicas, especialmente piezas de Bach y Mozart), el montaje de sonido (yo había trabajado durante algunos años produciendo emisiones radiofónicas de temas científicos para IDEAS, un programa de la Canadian Broadcasting Corporation, y por ello presenté un montaje que sugería y esbozaba una secuencia evolutiva de sonido: secuencia que fue, en parte, incorporada en el ensayo de sonido realizado por Ann Druyan) y finalmente la colección de documentos fotográficos, donde fueron a parar la mayor parte de mis esfuerzos.

Cuando Frank Drake hubo decidido que un disco fonográfico de metal sería más eficaz para almacenar información que una placa grabada (tipo la placa del Pioneer 10), pensó que unas cuantas fotos podrían incorporarse al disco. La idea original era utilizar seis fotografías. Se había pensado mostrar la Tierra, la molécula de DNA, y algunas fotos de personas y de animales. Como yo soy un pintor interesado profesionalmente desde hace tiempo por la comunicación interestelar, Sagan le advirtió a Frank Drake que mi idea podía serles útil.

Llegué a Cornell a primeros de mayo del 1977. En pocas semanas

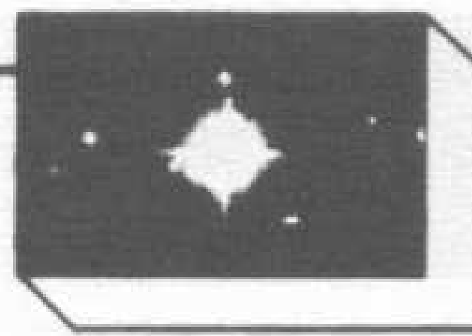


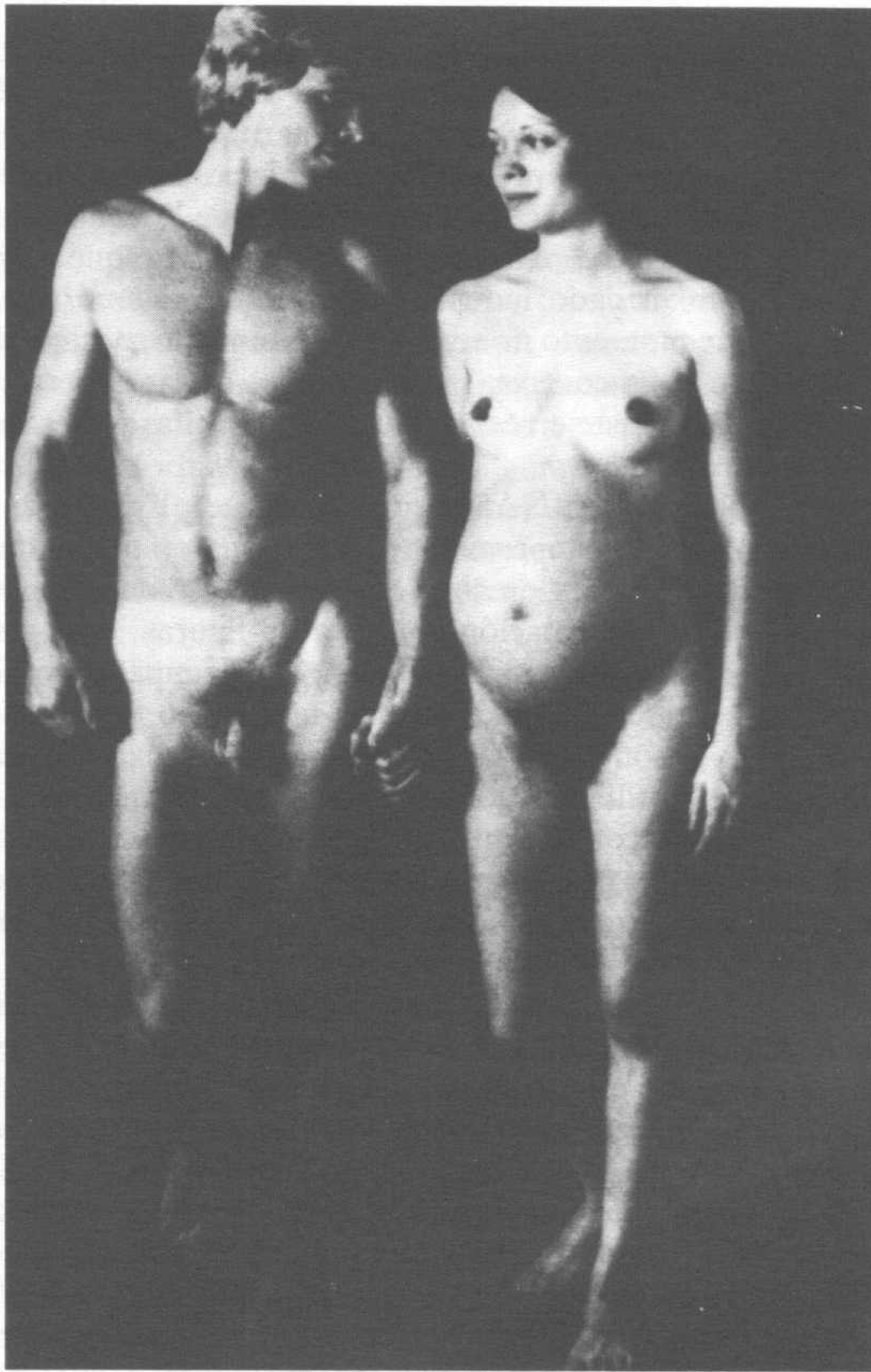
Frank y Carl habían conectado con varios miembros del «equipo de cerebros» del CETI,* incluidos algunos científicos como Philip Morrison, Bernard Oliver, Leslie Orgel y A. G. W. Cameron, hombres que durante mucho tiempo habían estado preocupados por la comunicación interestelar. La cuestión era, ¿qué imágenes de la Tierra y de la humanidad serían enviadas? Drake, tras comparar las respuestas y ver qué sugerencias coincidentes se habían dado independientemente, ordenó una lista de materias. Hasta ese momento no se había seleccionado, ni siquiera enjuiciado ninguna fotografía concreta, solamente los temas generales. Frank me dijo: «Tu tarea consiste en encontrar las fotografías y si es preciso en construir diagramas.»

Había un problema. La NASA consideró que el proyecto era una buena idea, pero el tiempo apremiaba e insistieron en que el disco estuviera listo aproximadamente en seis semanas. No sólo pedían una propuesta formal con la presentación concreta de figuras, voces, sonido y música, sino que necesitaban un disco fabricado y comprobado, listo para atornillar sobre la nave espacial. Eso significaba que teníamos algo así como un mes para encontrar todas las fotografías, prepararlas, conseguir el permiso legal para utilizarlas, dibujar todos los diagramas, fotografiarlo todo con el formato conveniente, convertir las figuras en una señal de sonido adecuada para su grabación en un disco fonográfico y redactar una hoja de instrucciones para la cubierta del disco que explicara a cualquiera que lo encontrase cómo debía reproducirse.

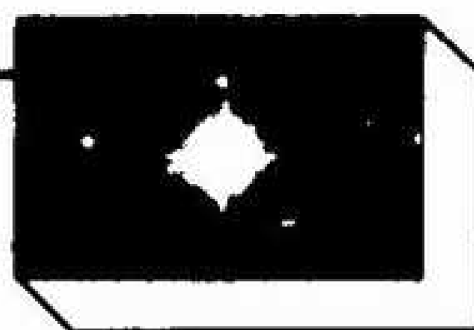
Como la NASA no estaba dispuesta a gastar mucho dinero en este proyecto, Drake tuvo que buscar un sistema barato y ya existente para convertir las imágenes en sonido. Trabajó con Valentin Boriakoff, un investigador del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera (NAIC), quien localizó un sistema adecuado, propiedad de Colorado Video, una compañía que estaba dispuesta a convertir con su equipo las imágenes en sonido, libre de cargas en calidad de servicio público. Gracias al ingenio y a la experiencia compaginados de Frank y de Val, en el término de una semana habían reducido el tiempo necesario para grabar una figura de cerca de un minuto por fotografía a ocho segundos, habían solventado el problema de grabar en color, y habían conseguido un sistema para grabar diferentes figuras en cada uno de los dos canales estéreos, evitando que se cruzaran imágenes «fantasmas».

* CETI: Comunicación con Inteligencias Extraterrestres. Sigla inventada en una conferencia internacional a la que asistieron estos y otros científicos.





Nuestra propuesta original a la NASA incluía esta figura de dos desnudos humanos con la intención de mostrar a los receptores cómo son nuestros cuerpos. No queríamos ser ni sexistas, ni pornográficos, ni clínicos. Después de buscar en libros de texto médicos y en libros de anatomía, elegimos esta fotografía considerándola la más inofensiva y la menos comprometida. La NASA no quiso incluirla, quizá por temor a una reacción pública adversa. Decidimos conservar la silueta de este retrato en la colección, porque pensamos que sin ella la continuidad en la secuencia de la reproducción humana quedaría interrumpida.

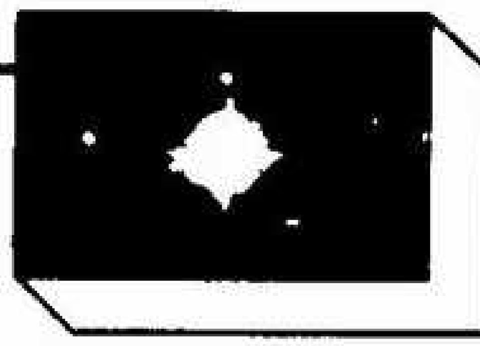


Pronto se vio que podríamos comprimir más de un centenar de figuras en los pocos minutos del disco asignados a la colección de fotografías. Incluso así, no sabíamos aún exactamente cuántas figuras enviaríamos. Un mensaje con fotografías en blanco y negro permite incluir el triple de figuras que un mensaje con sólo fotografías en color, porque la grabación de una en color necesita el triple de tiempo que una en blanco y negro. Optamos por un compromiso enviando un poco de cada, pero hasta el último instante no sabíamos cuál sería la proporción entre blanco y negro y color. Cuando considerábamos que el color era fundamental (como en el espectro solar) o deseable para dar una imagen más fiel de nuestro planeta (para mostrar los tonos de la piel o el color de los árboles, por ejemplo) grabábamos en color. De ciento dieciocho figuras que contiene la colección definitiva, veinte son en color.

El equipo que trabajaba en la selección de las fotografías estaba compuesto por Frank Drake, por mí, por Amahl Sakhashiri del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera y por Wendy Gradison, del Laboratorio de Estudios Planetarios de Cornell, que nos ayudaba a encontrar las fotografías y a obtener los permisos. Colaboraban técnicamente Dan Mitler, ingeniero del NAIC y Herman Eckelmann, fotógrafo profesional del NAIC, realizando la tediosa y frustrante tarea de fotografiar todas las figuras con el formato adecuado, con frecuencia volviéndolas a fotografiar varias veces si surgía algún problema. Eckelmann también tomó diversas fotografías compuestas especialmente para el mensaje. La dibujante Barbara Boettcher me ayudó a preparar la mayoría de los diagramas.

Wendy y yo rastreamos las bibliotecas de Cornell y las bibliotecas públicas locales y acumulamos tal montón de libros ilustrados que hubieran acreditado a una buena librería en época de Navidades. *La historia de los juguetes, La familia del hombre, Pájaros de Norteamérica, Plantas devoradoras de insectos, La era del vapor* y cien obras más estaban en precario equilibrio al lado de la colección completa del National Geographic desde 1958 hasta la fecha.

Hubo algunos temas que evitamos a propósito. Acordamos unánimemente que no aparecería la guerra, la enfermedad, el crimen y la pobreza. Puede parecer ingenuo negar importancia a estos fenómenos en la cultura y en la historia humanas; después de todo el número de personas que se han matado unas a otras o que han muerto de hambre es superior al de las personas que han escrito cuartetos para cuerda. Así y todo, teníamos la sensación de estar haciendo algo que nos sobreviviría a noso-



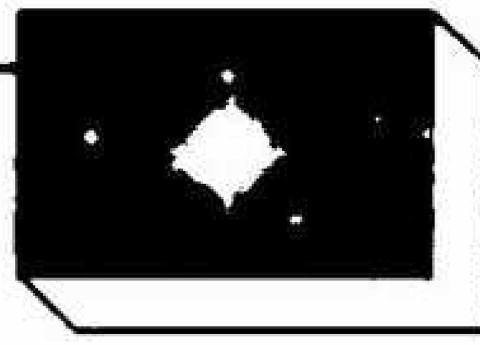
tros y a nuestro tiempo; algo que quizá fuese el único recuerdo que de la Tierra tendría el universo. Decidimos que lo peor de nosotros mismos no tenía por qué ser enviado a través de la galaxia.

También queríamos evitar cualquier tipo de declaración política en este mensaje y una fotografía de Hiroshima o de My Lai —o de un noble y heroico soldado, pongamos por caso— parecería más una declaración ideológica que un elemento integrante de una imagen de la Tierra. Tampoco quisimos que alguna parte del mensaje pudiera parecer amenazadora u hostil a los receptores («Mirad qué duros somos»); por esto no enviamos una fotografía de una explosión nuclear.

Del mismo modo decidimos no incluir ninguna figura que fuese específicamente religiosa. Es cierto que la música de Bach o la pieza de qin en el disco expresan algo de la espiritualidad humana y de nuestro sentido de lo reverencial, pero el hombre practica tantas religiones que si hubiésemos mostrado una de ellas nos hubiéramos sentido obligados a conceder el mismo tiempo a todas. Si hubiéramos incluido la figura de una catedral tendríamos que haber incluido también la de una mezquita, una sinagoga, una lamasería, y así sucesivamente. Como no había manera de explicar cada religión, incluir todas las creencias sería meramente una propina política para la gente que en la Tierra sigue nuestro trabajo.

Finalmente, decidimos no incluir trabajos artísticos, sobre todo porque no nos sentíamos competentes para decidir qué tipo de arte había que enviar. Gran parte del arte humano se expresa a través de la música, y la música comprende el grueso del disco; había tiempo suficiente para reunir un equipo de musicólogos que nos asesoraran sobre la selección y su equilibrio. Por nuestra parte, estábamos componiendo el mensaje fotográfico con tanta precipitación que no pudimos reunir expertos en todas las diversas artes visuales y hacer que se pusieran de acuerdo. Y pensamos que los extraterrestres tendrían ya suficientes problemas interpretando fotografías de la realidad o simples diagramas, para que encima incluyéramos la fotografía de una pintura, que es a su vez una interpretación de la realidad. Aunque tenemos entre las figuras alguna obra de arte reconocida (Anselm Adams, por ejemplo, es considerado uno de los mejores fotógrafos del mundo), el criterio para la elección del mensaje gráfico fue su valor informativo, no estético.

A medida que nos abríamos paso a través de aquel material, empezamos a contactar con particulares y organizaciones que tenían acceso a archivos fotográficos catalogados temáticamente, en los que podíamos encontrar algunos de los temas que buscábamos. La ayuda más importan-

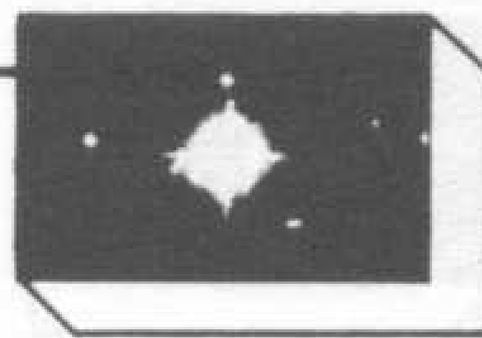


te nos la ofreció la National Geographic Society, que nos facilitaba diapositivas provenientes de material publicado e inédito; su aportación fue muy valiosa. De alguna forma, ellos hacen continuamente y en gran escala lo que nosotros intentábamos hacer: dar una imagen completa de la Tierra y de sus habitantes. El archivo fotográfico de la ONU también colaboró intensamente con nosotros. Para algunos temas específicos conectamos con el servicio fotográfico de la NASA y con *Sports Illustrated*.

Cada vez más me sentía a mí mismo representando el papel de un extraterrestre, un ejercicio mental que había estado haciendo en broma durante muchos años (mientras jugaba a Frisbee, por ejemplo, me estaba preguntando a mí mismo: «¿Qué harían con esto las ETI [inteligencias extraterrestres]?»). Pero ahora las cosas iban en serio. Miraría los retratos y trataría de imaginar que veía aquel tema por primera vez. ¿Cómo podría malinterpretarse la fotografía? ¿Qué había de ambiguo en ella? ¿Cómo se podría deducir la escala? Ese pájaro en la distancia que está volando detrás del hombre, tiene un extremo del ala parcialmente tapado por el brazo extendido del hombre; *yo* sabía que el pájaro era una segunda figura en la distancia, pero si no lo supiese, ¿podría imaginármelo como una excrecencia sobre el brazo del hombre? El desaparecido antropólogo y poeta Loren Eiseley escribió que «uno no se conoce a sí mismo hasta que no recibe el reflejo de una mirada distinta de la humana». Estas palabras han resonado en mi mente durante todo este tiempo.

Estas ideas mías se debían en gran parte a la influencia del físico Philip Morrison y del autor de ciencia-ficción Robert Heinlein. Cada uno de ellos nos señaló por carta que el concepto de «imagen» como nosotros lo entendíamos no tenía categoría de «universal» ni siquiera en la Tierra, y que los seres humanos cuyas culturas no utilizan retratos tienen que ser educados en los conceptos antes de ver fotografías como las ven los occidentales. ¡Qué peligroso es entonces suponer que los ETI podrán entender las fotografías aunque sean tremendamente inteligentes!

Esto podría convertirse en un problema insoluble, especialmente en el caso remoto en que aquellos que encontrasen el Voyager (a los que yo llamaré receptores) no tuviesen sentidos, como nosotros los entendemos. En la elección de las figuras nos enfrentamos con dos exigencias contradictorias: las figuras debían contener la máxima información posible y su comprensión debía ser lo más fácil posible. Me pareció que una solución sería tener a bordo algunas imágenes con muy poca información, principalmente para ayudar a los receptores a entender cómo tenían que mirarse las figuras. Así las primeras dos figuras de la serie están en otra parte



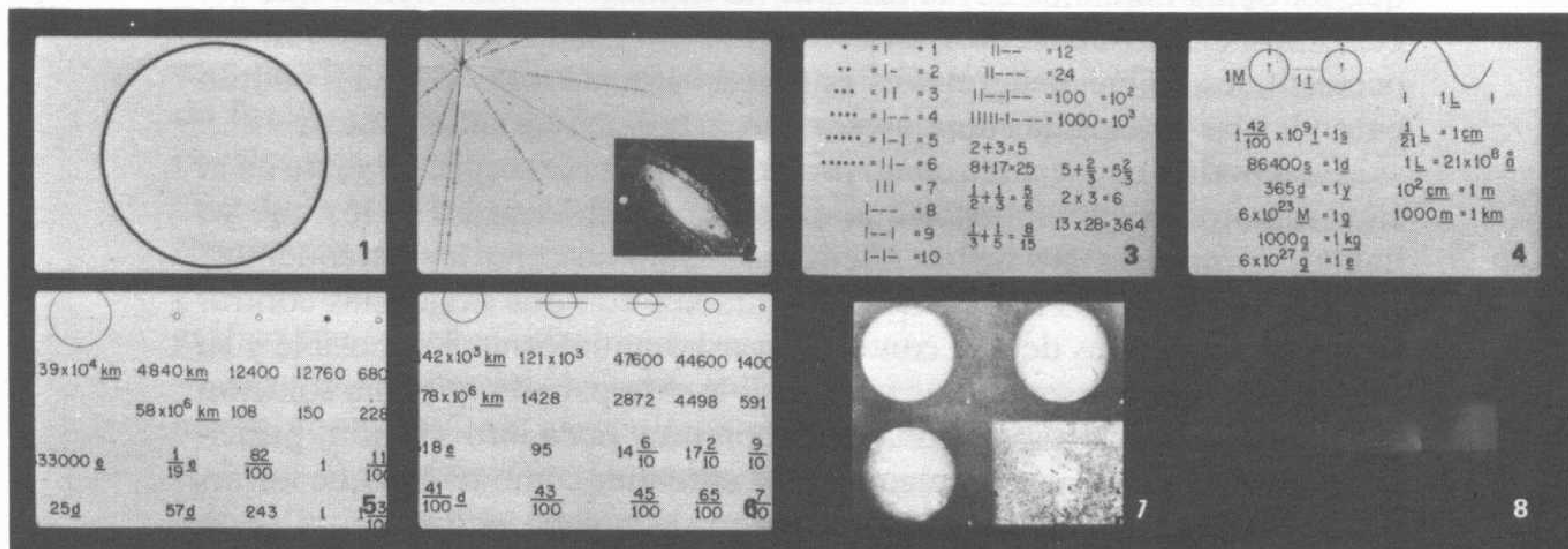
del Voyager: son dos de los grabados que hay en la cubierta del disco. Como se trata de grabados pueden percibirse por otros sentidos diferentes al de la vista. Esperamos que empezando por ellos los receptores estarán en disposición de comparar una fotografía con un objeto tangible.

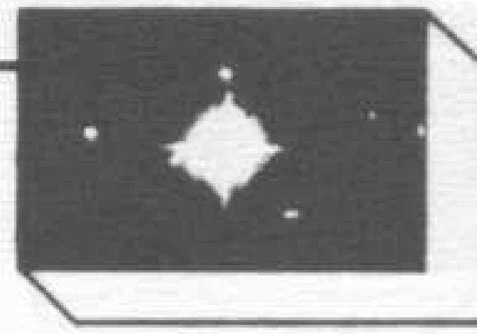
También se me ocurrió que las siluetas de las fotografías podían ser una especie de seguro. Una silueta exagera el contraste entre el fondo y la figura, y muestra cómo en una fotografía diferenciamos varios objetos por sus perfiles. Es una forma de decir: «Esto es lo que queremos que veáis en esta imagen.» Así pues, dibujé en varios lugares siluetas de las fotografías y las introduje en la serie.

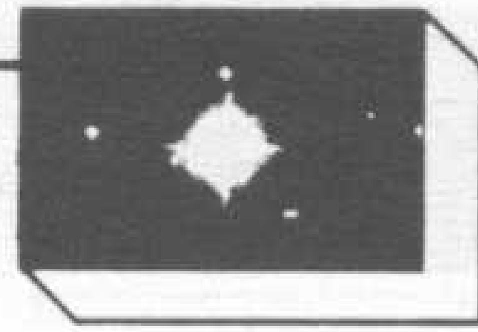
En ambos casos los hechos se precipitaron de tal modo que nos vimos obligados a prescindir de una sucesión regular de fotografías y siluetas. Problemas de última hora con los permisos obligaron a cambiar la fotografía del feto (originalmente las fotografías de un feto y de un embrión hacían juego con la silueta), y la NASA decidió no incluir la fotografía de los dos desnudos humanos (que aparece siluetada en la figura 32). Nosotros decidimos conservar en cualquier caso esta silueta, porque mostraba la posición del feto dentro de la madre, y en el tiempo disponible antes de grabar las imágenes (unas cuantas horas) no pudimos hallar ninguna otra representación. La fotografía censurada está reproducida en la página 76.

También nos pareció una buena idea usar imágenes repetidas, como los elefantes en las figuras 66 y 67, y los grupos de personas en las figuras 36, 74 y 81. He enumerado algunas de estas «conexiones» en las descripciones de cada figura. La búsqueda de las restantes conexiones puede resultar un interesante juego de salón.

He aquí, reproducidas en orden las figuras del Voyager:





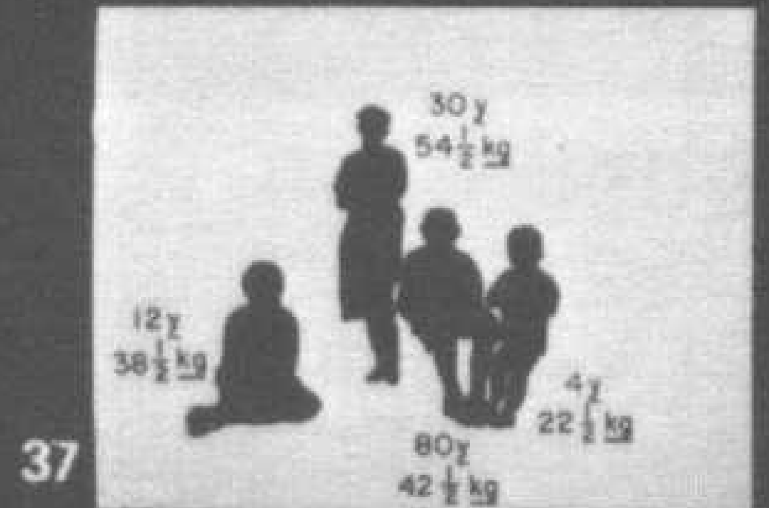



2298240O g
2668 g
33






36


37


38


39


12756 km
40


41


42


43

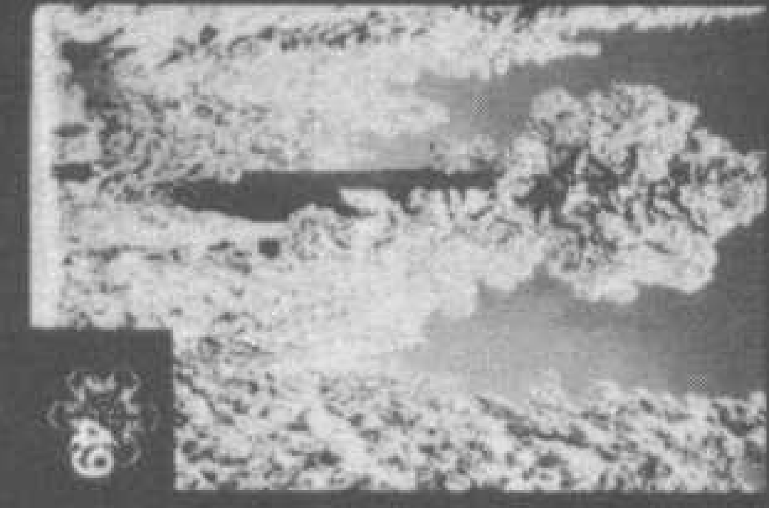


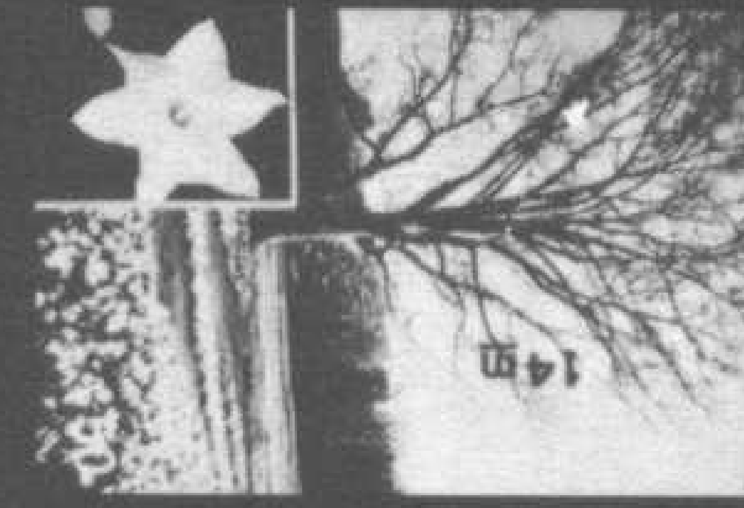


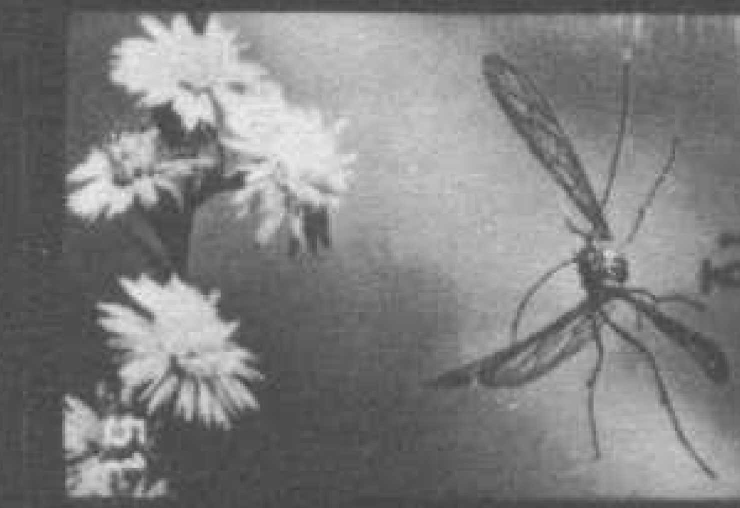

46


2 cm

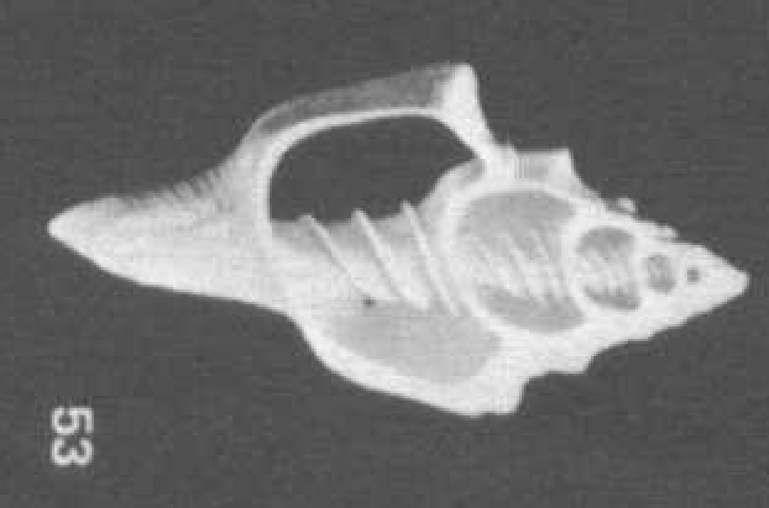



49


14 m
50

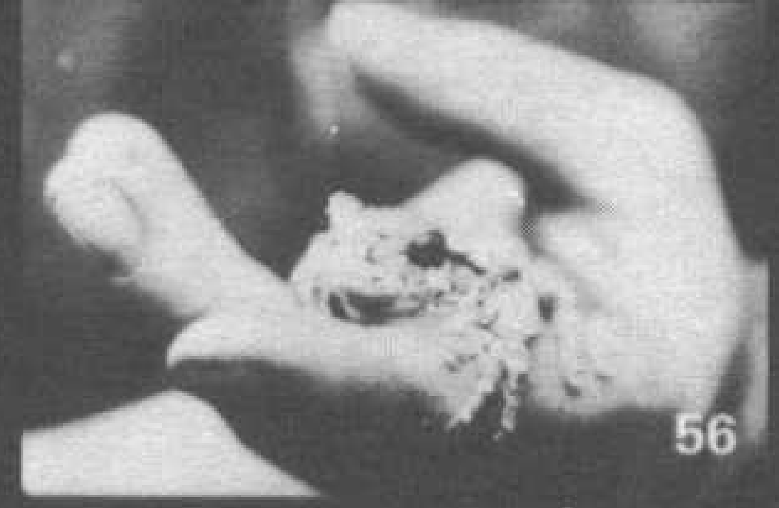

51

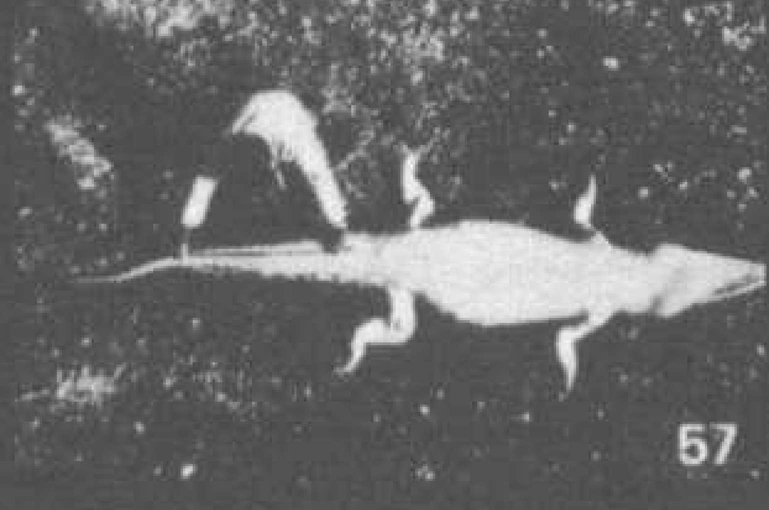

52


53



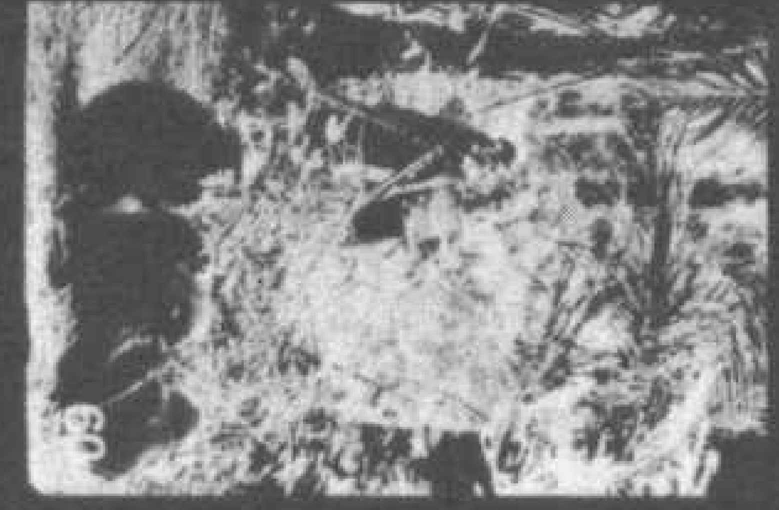

55

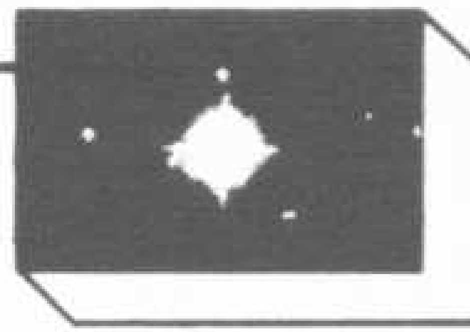

56

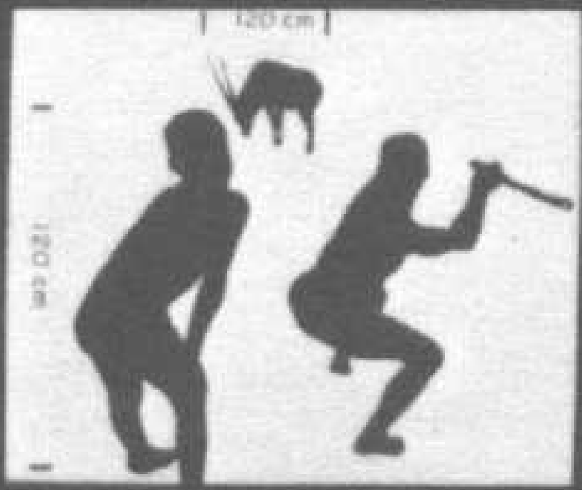

57


58


59





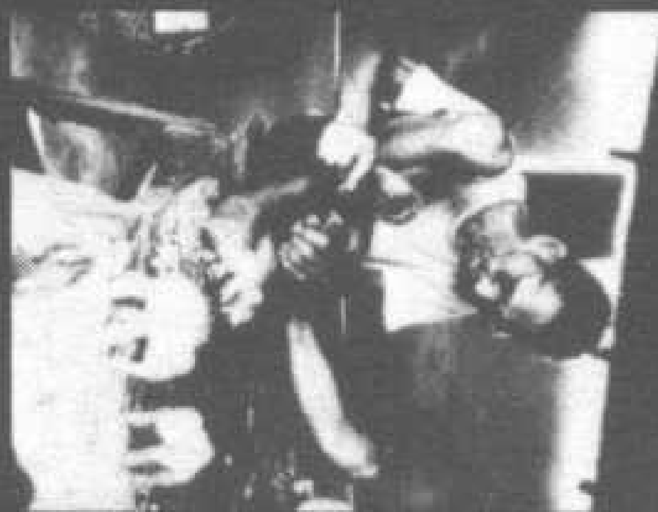

120 cm
120 cm
61


62



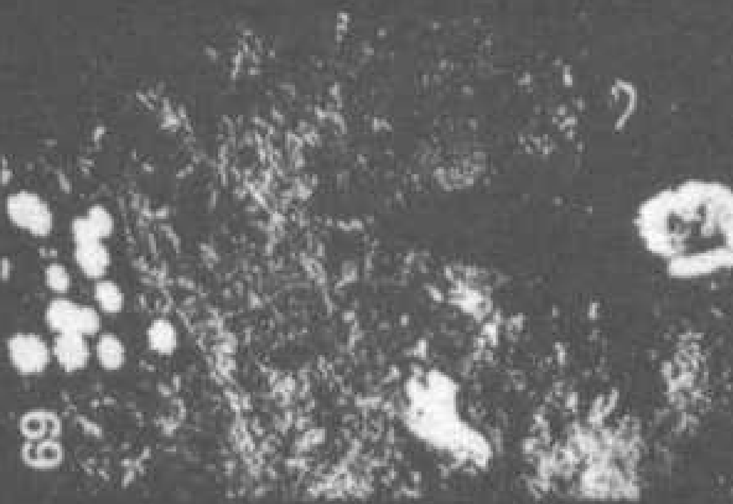

64


65

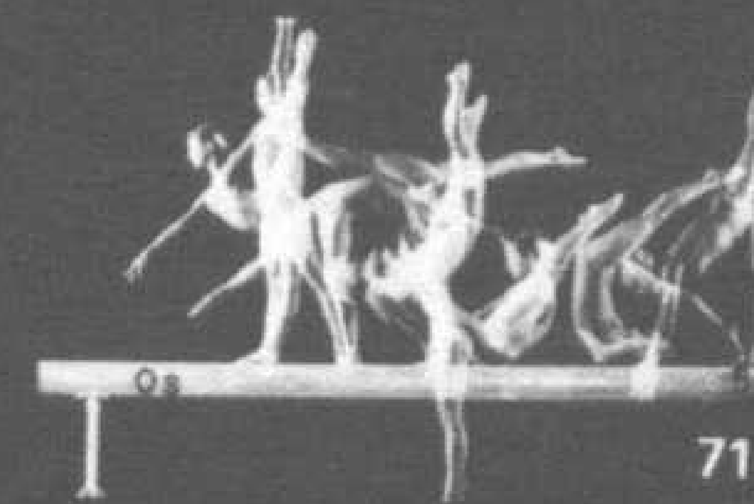



67


68


69

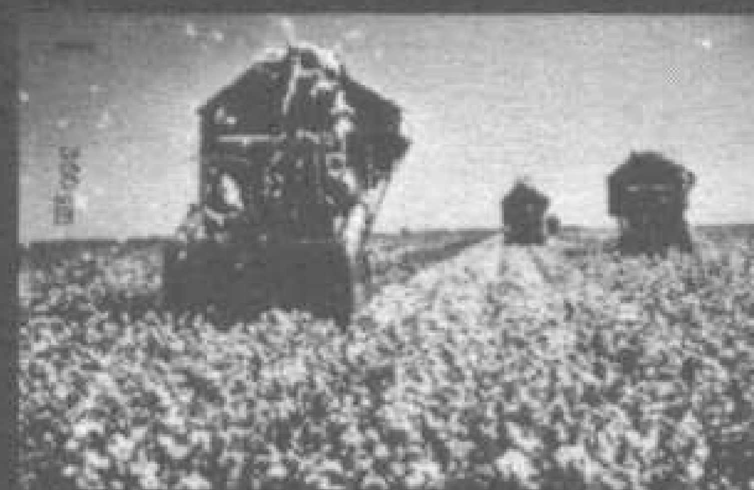

70


71


72


73

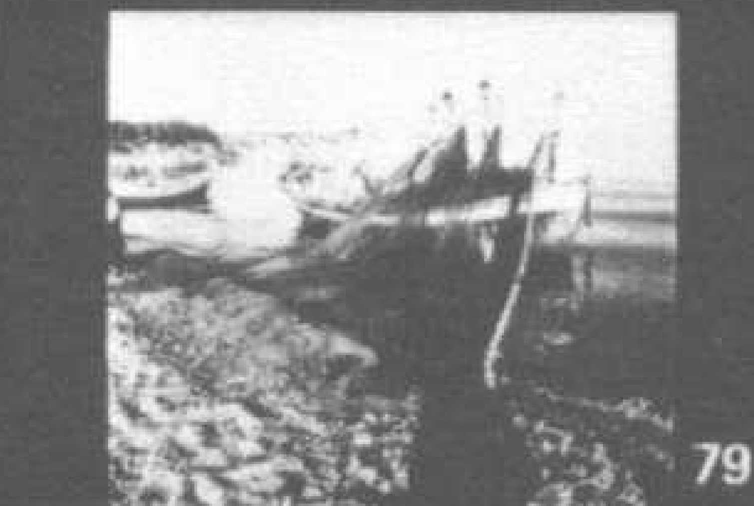

74






77


78


79

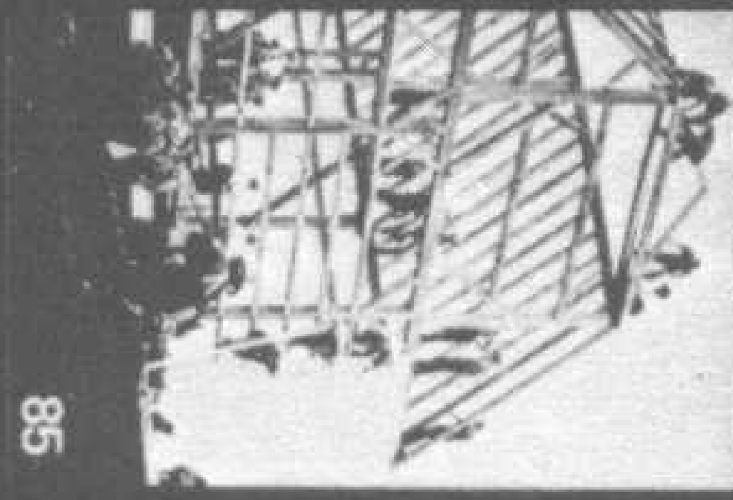

80


81


82


83

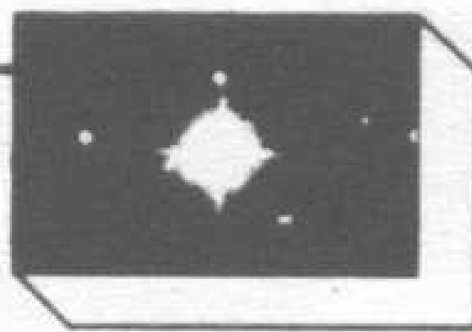



85

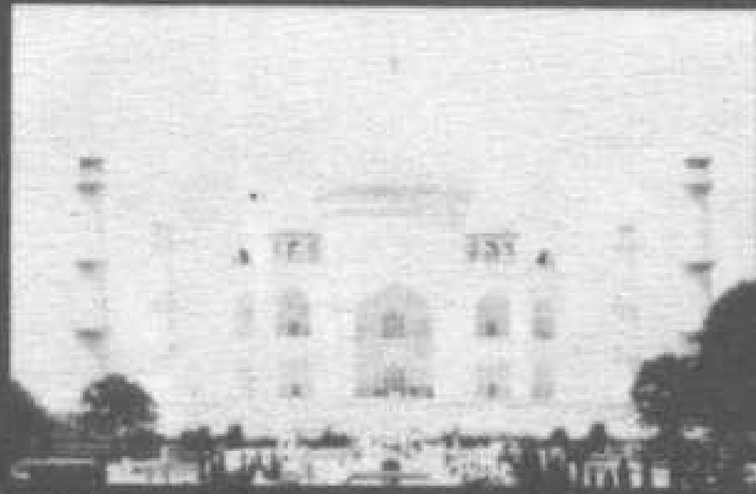




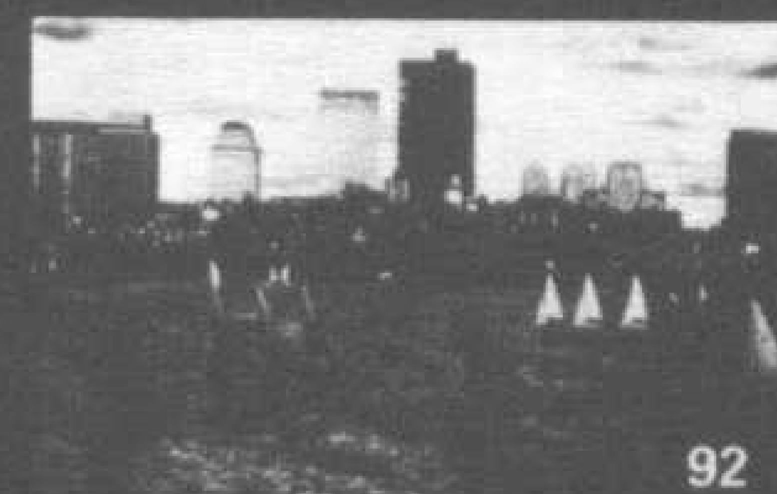

88

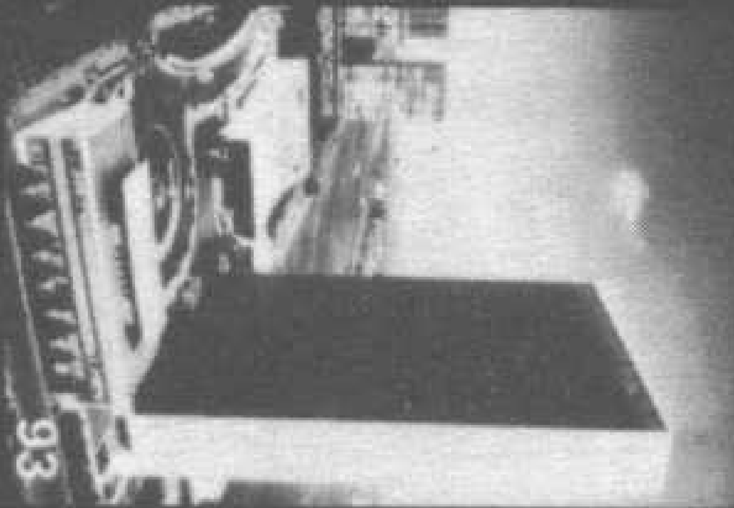


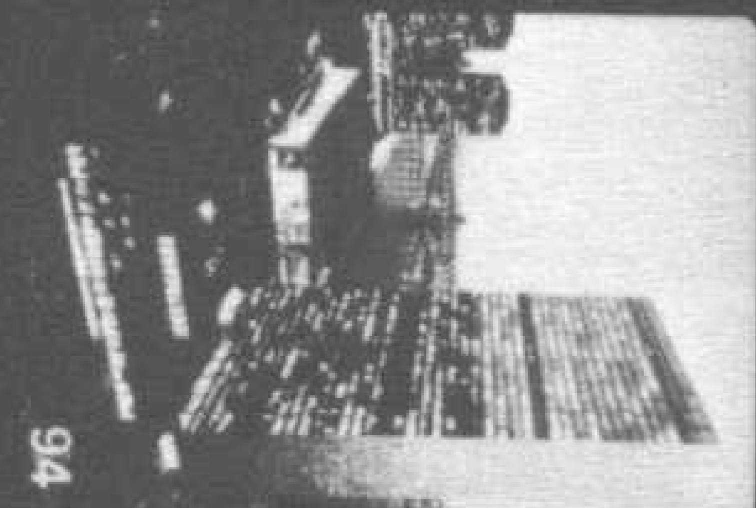




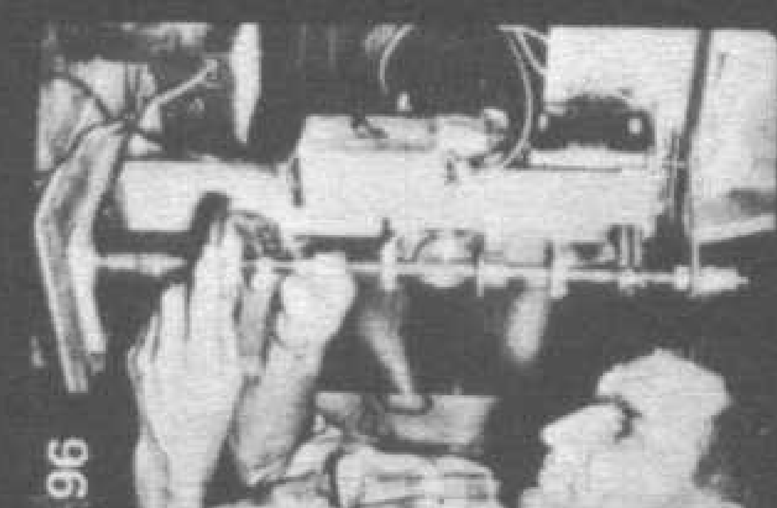



92

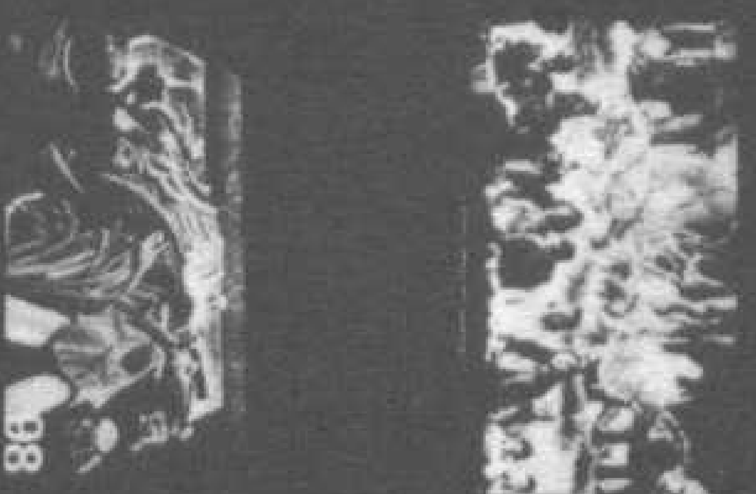

93


94


95


96


97




99

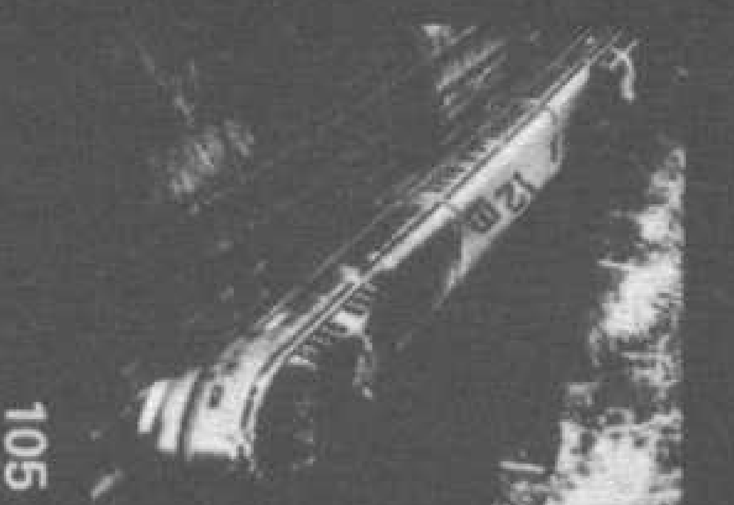


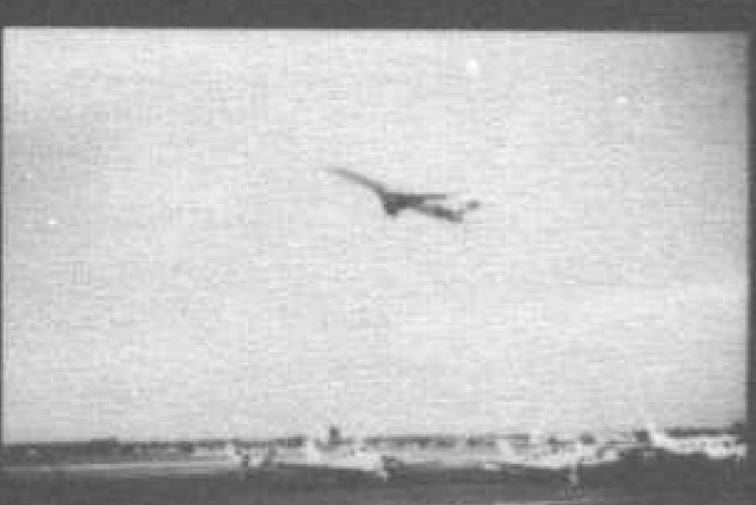





103

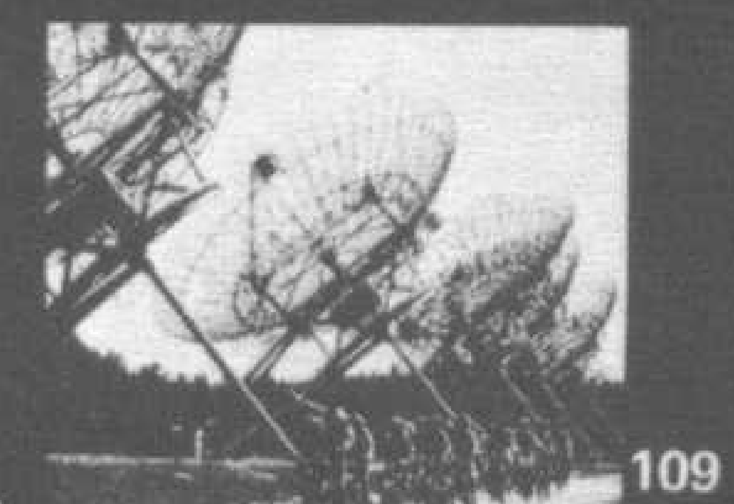

1280 m
104

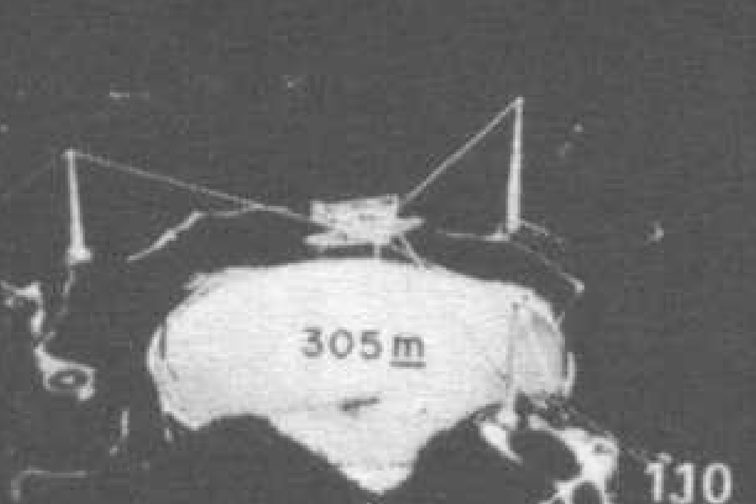

105

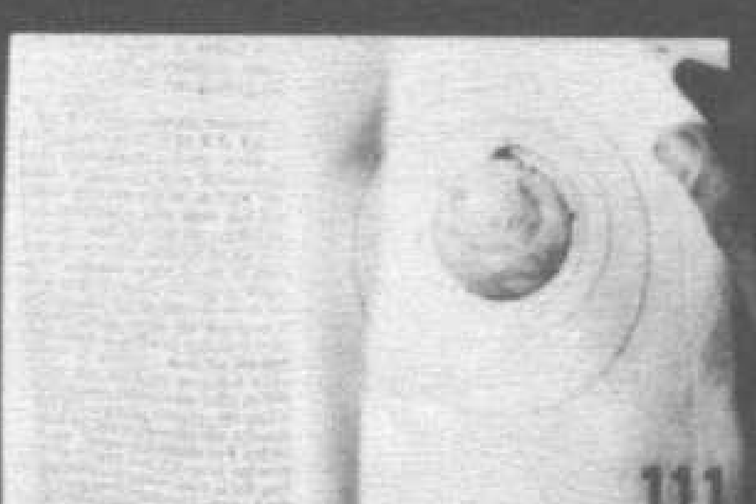




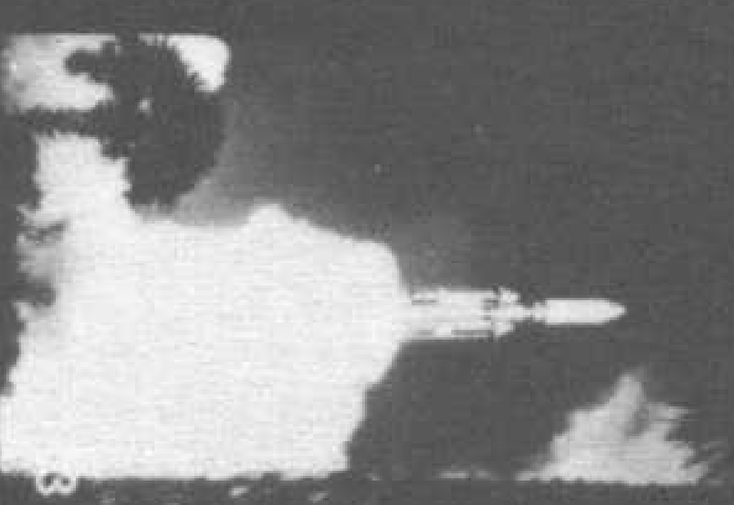

108


109


305 m
110

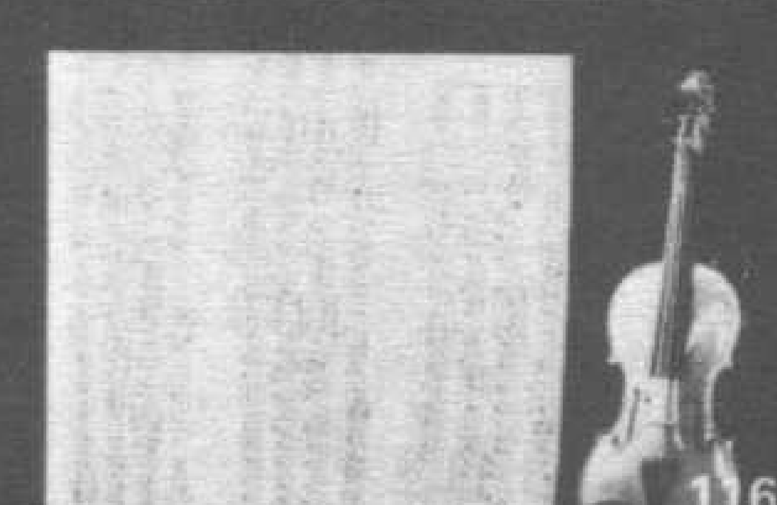

111

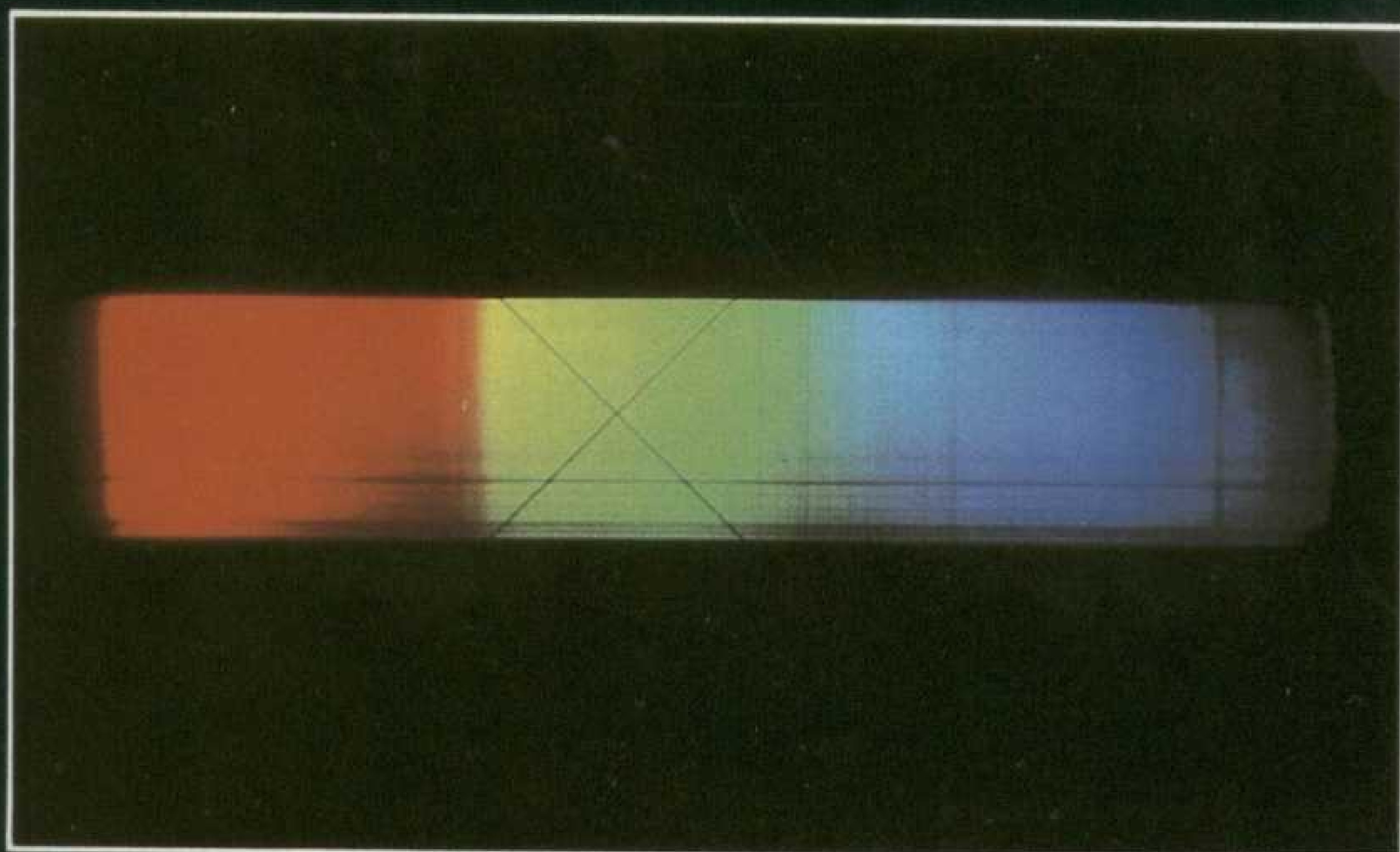




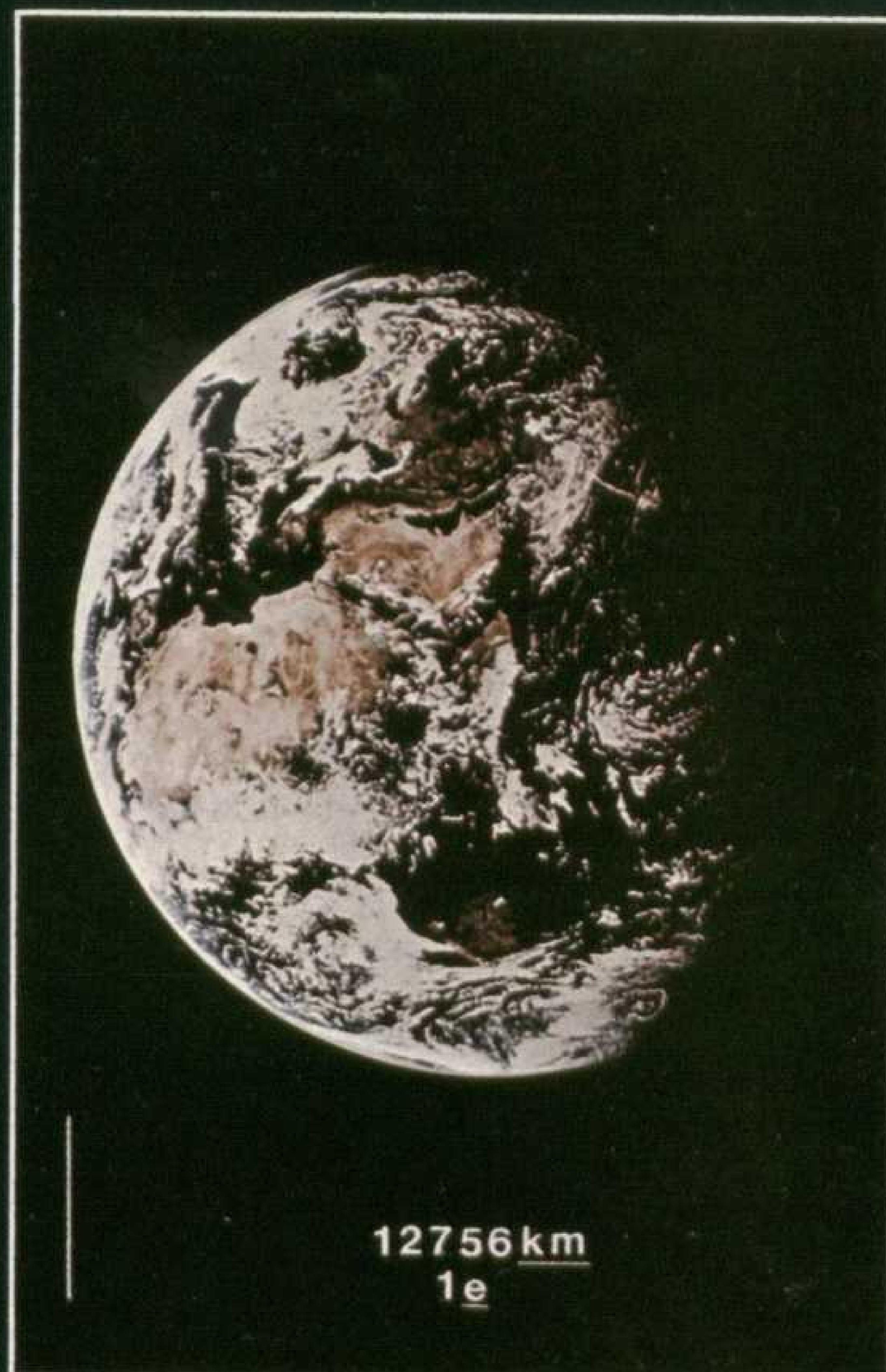

114


115


116



8



12

NASA

13

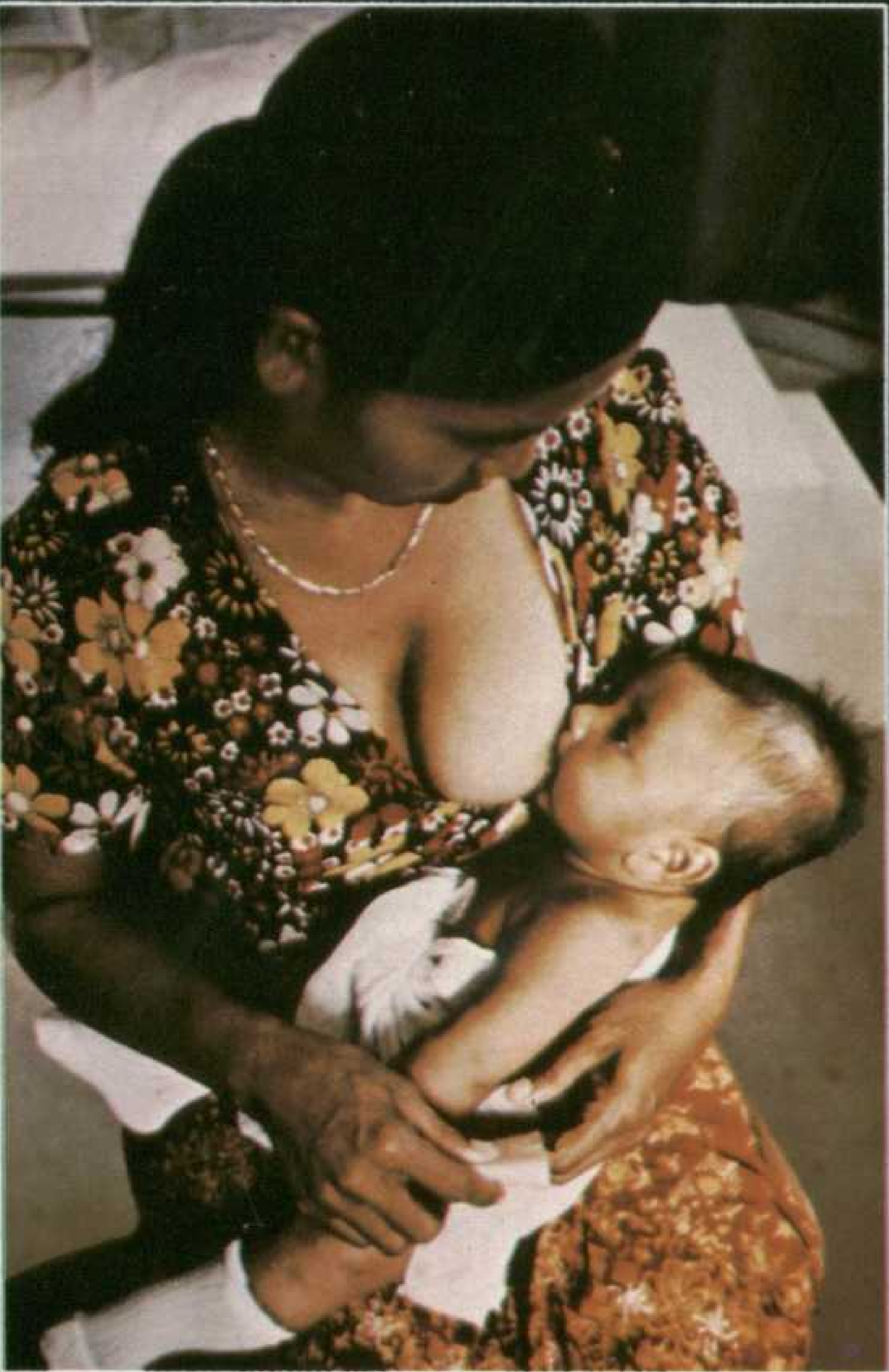
NASA

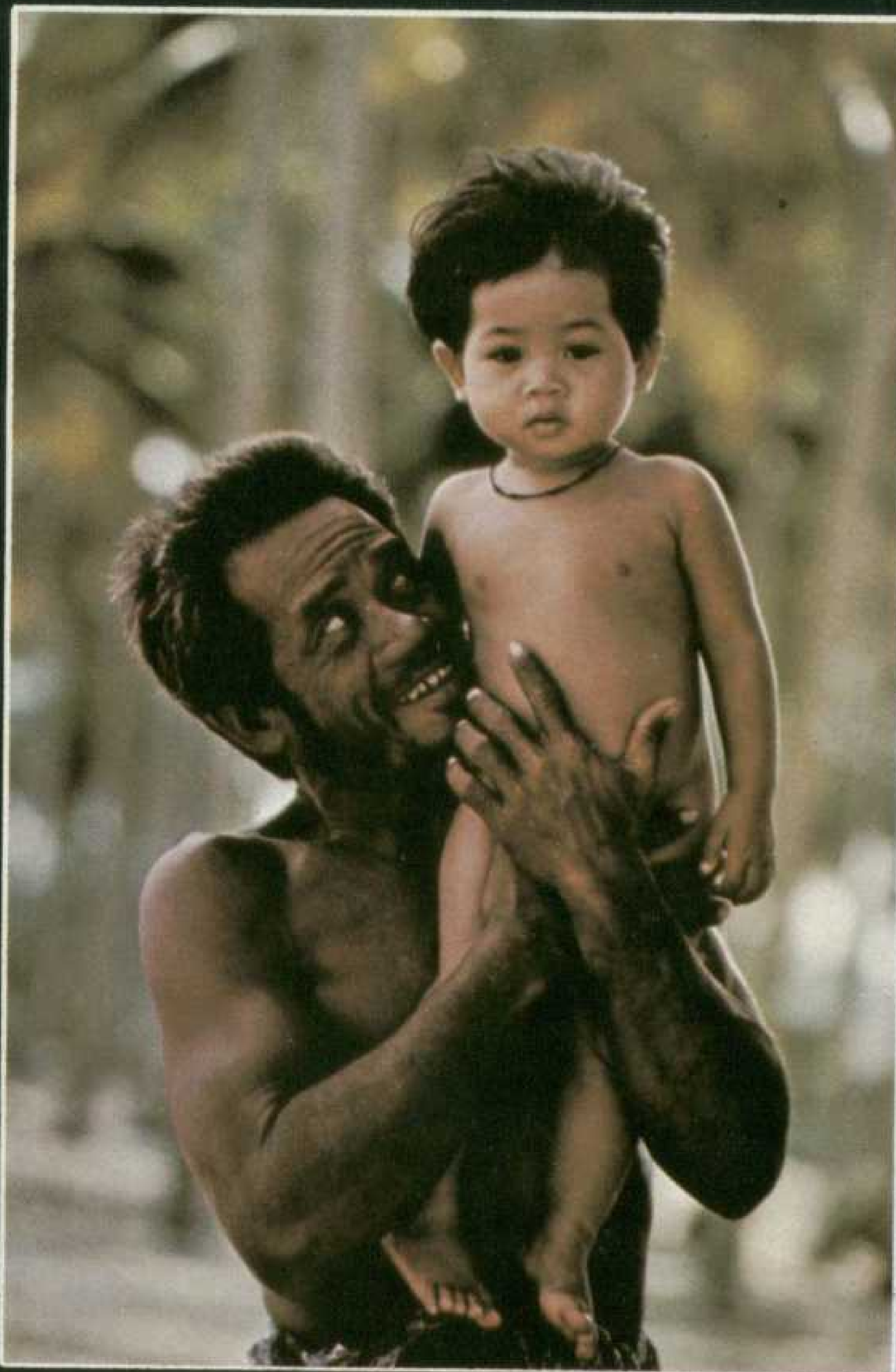
Fotografía © 1978 World Book-Childcraft International, Inc. Con permiso del editor. La obra de arte fue adaptada para uso exclusivo de *The World Book Encyclopedia* y sacada de *The Human*, copyright 1955 de Harper & Row Publishers, Inc.

23

Naciones Unidas.

34





35

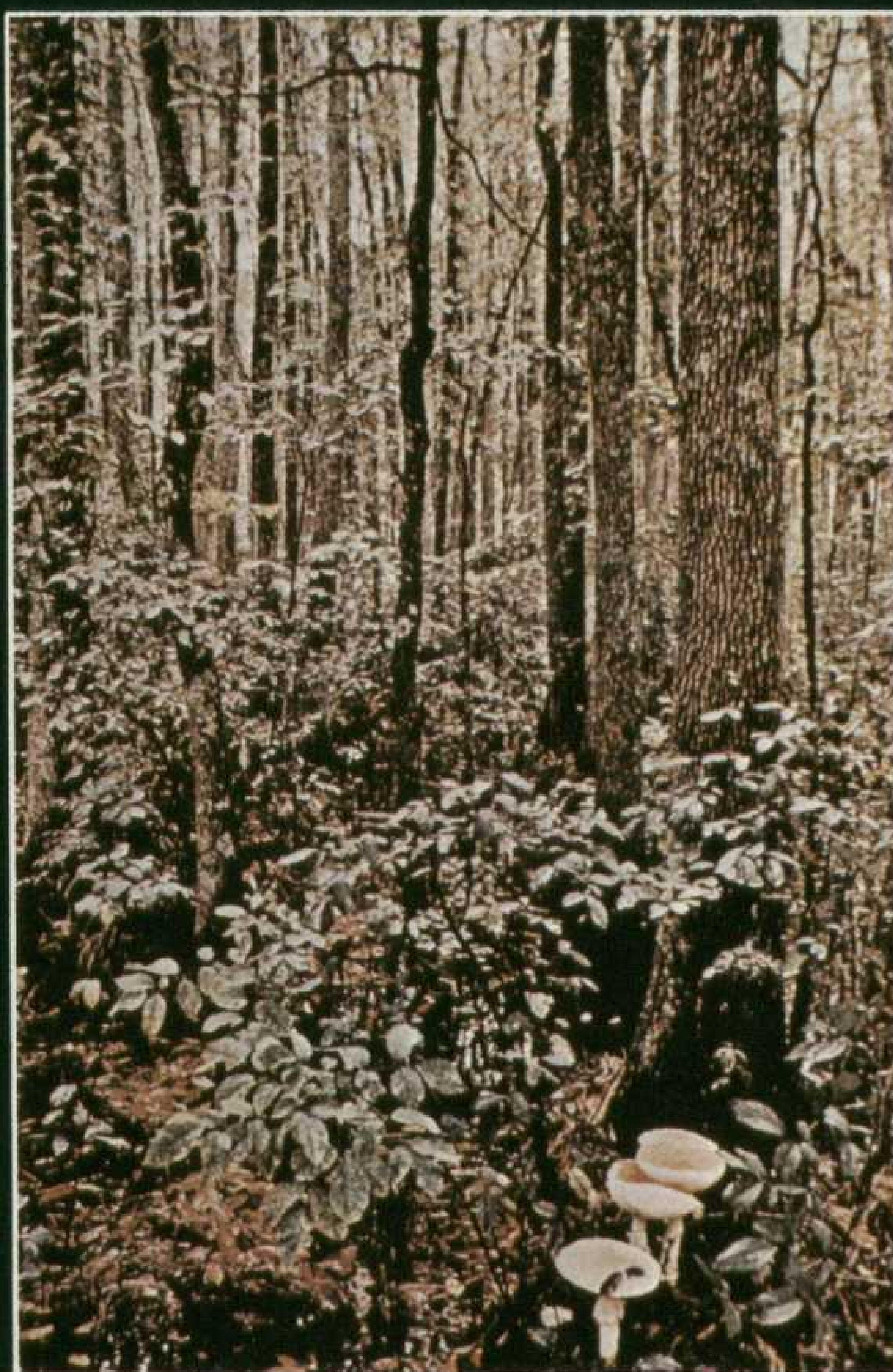
36

David Harvey de Woodfin Camp, Inc.

Foto de Ruby Mera, UNICEF.

45

Ray Manley, Shostal Associates.



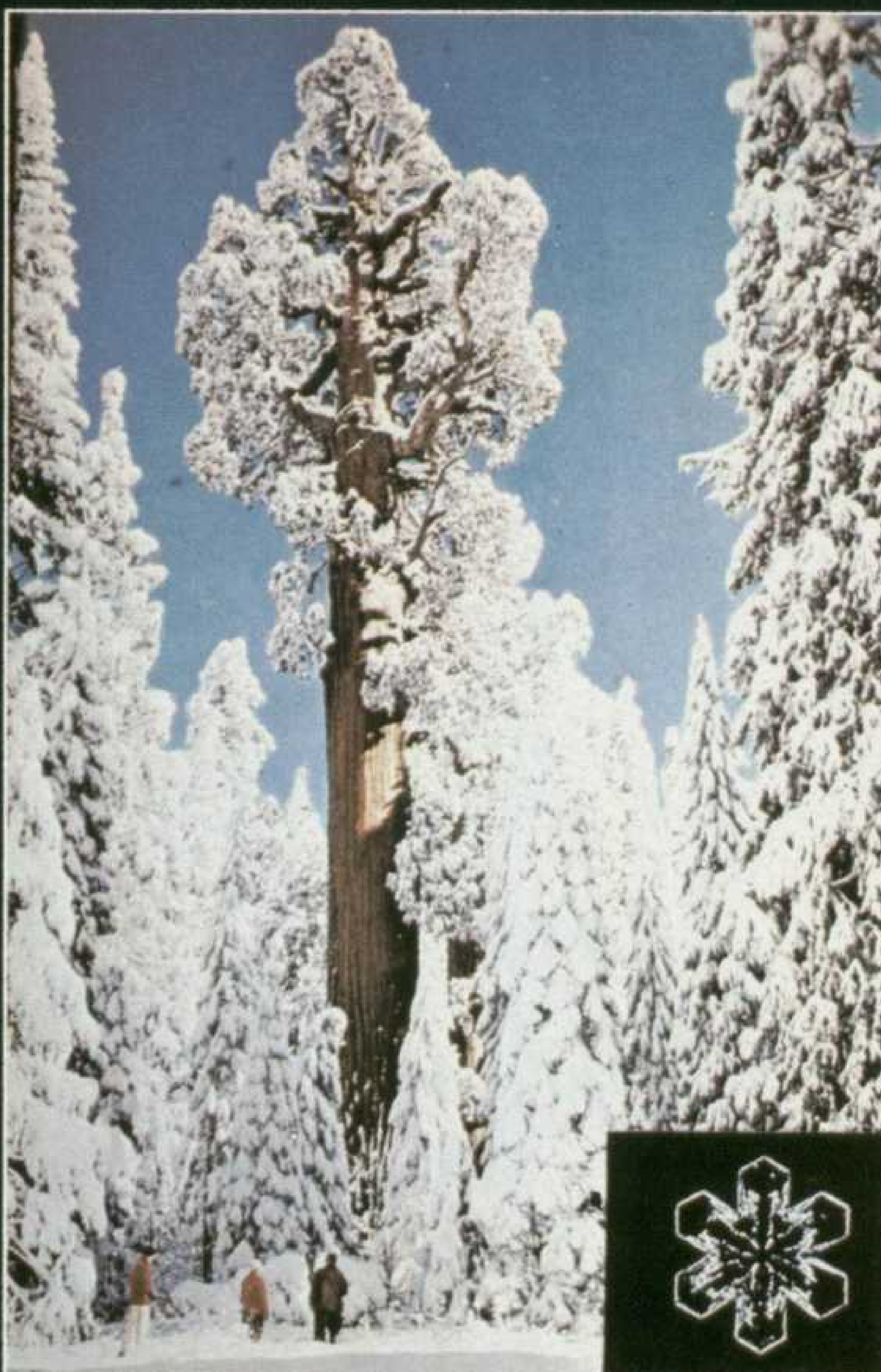
46

Bruce Dale, © National Geographic Society.



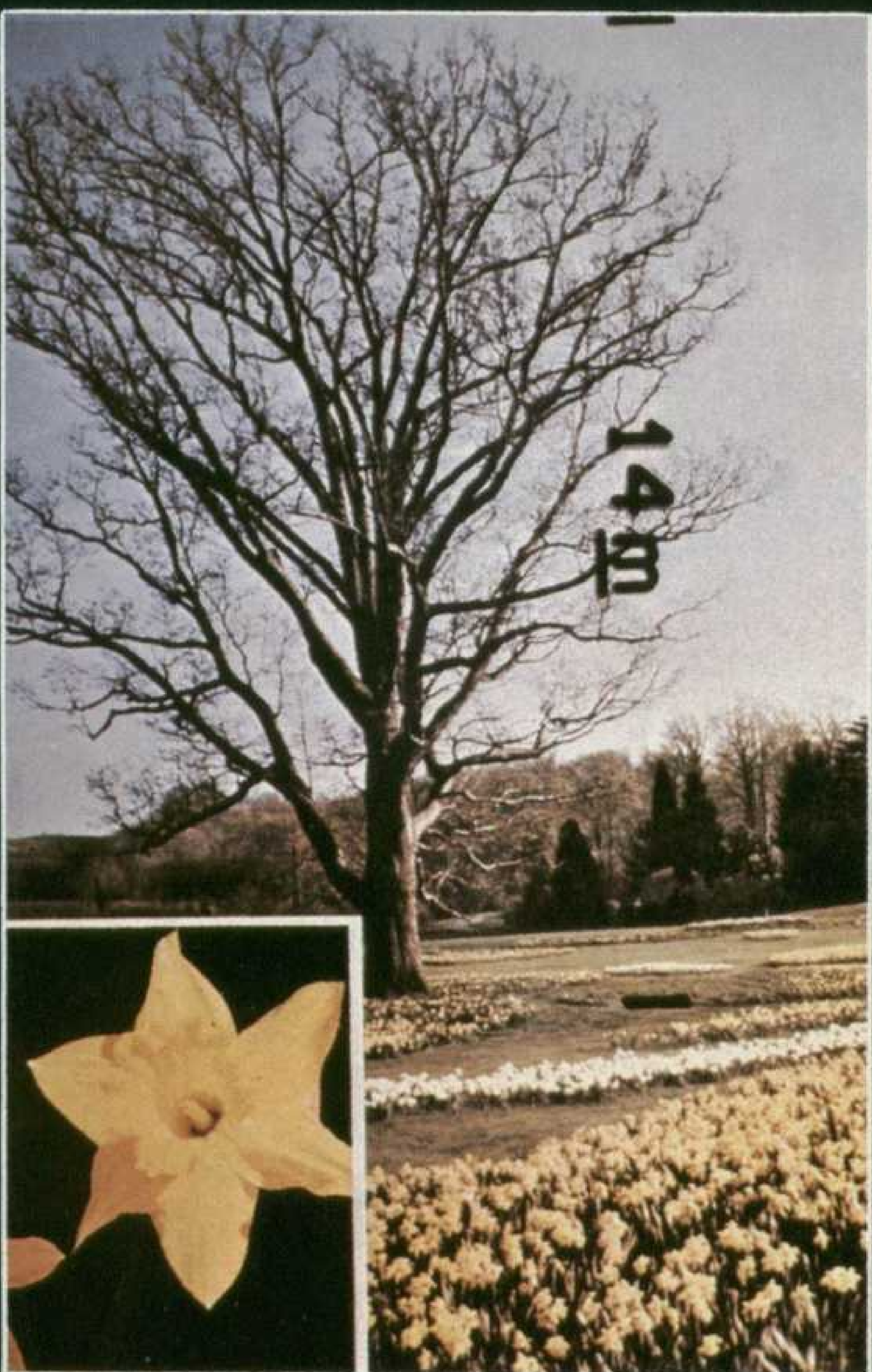
48

Jodi Cobb. © National Geographic Society.



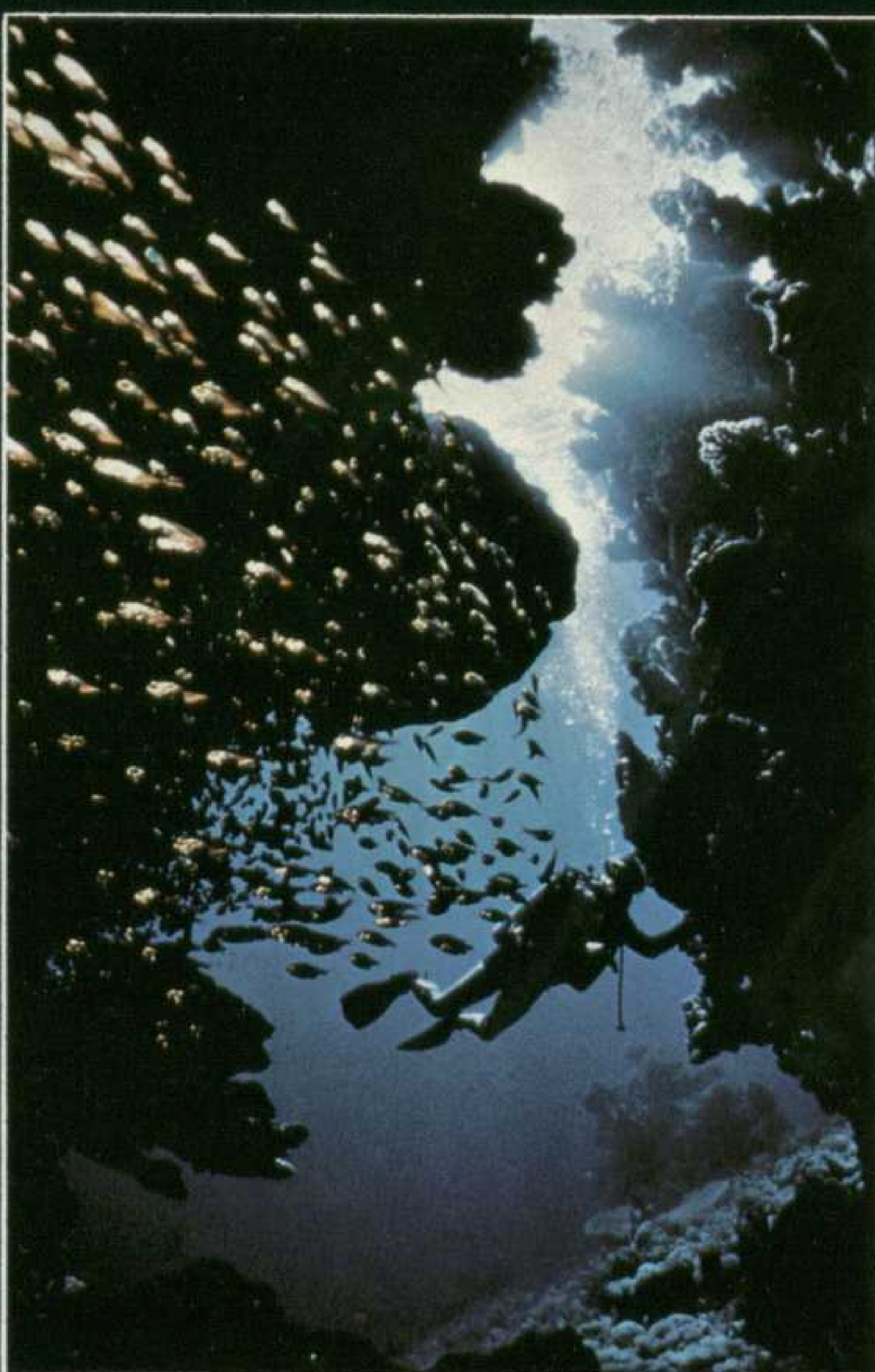
49
49a

Foto de Josef Muench. Robert F. Sisson. © National Geographic Society.



50
50a

Cedida por el Museo Henry Francis du Pont de Winterthur.



55

David Doubilet. © National Geographic Society.

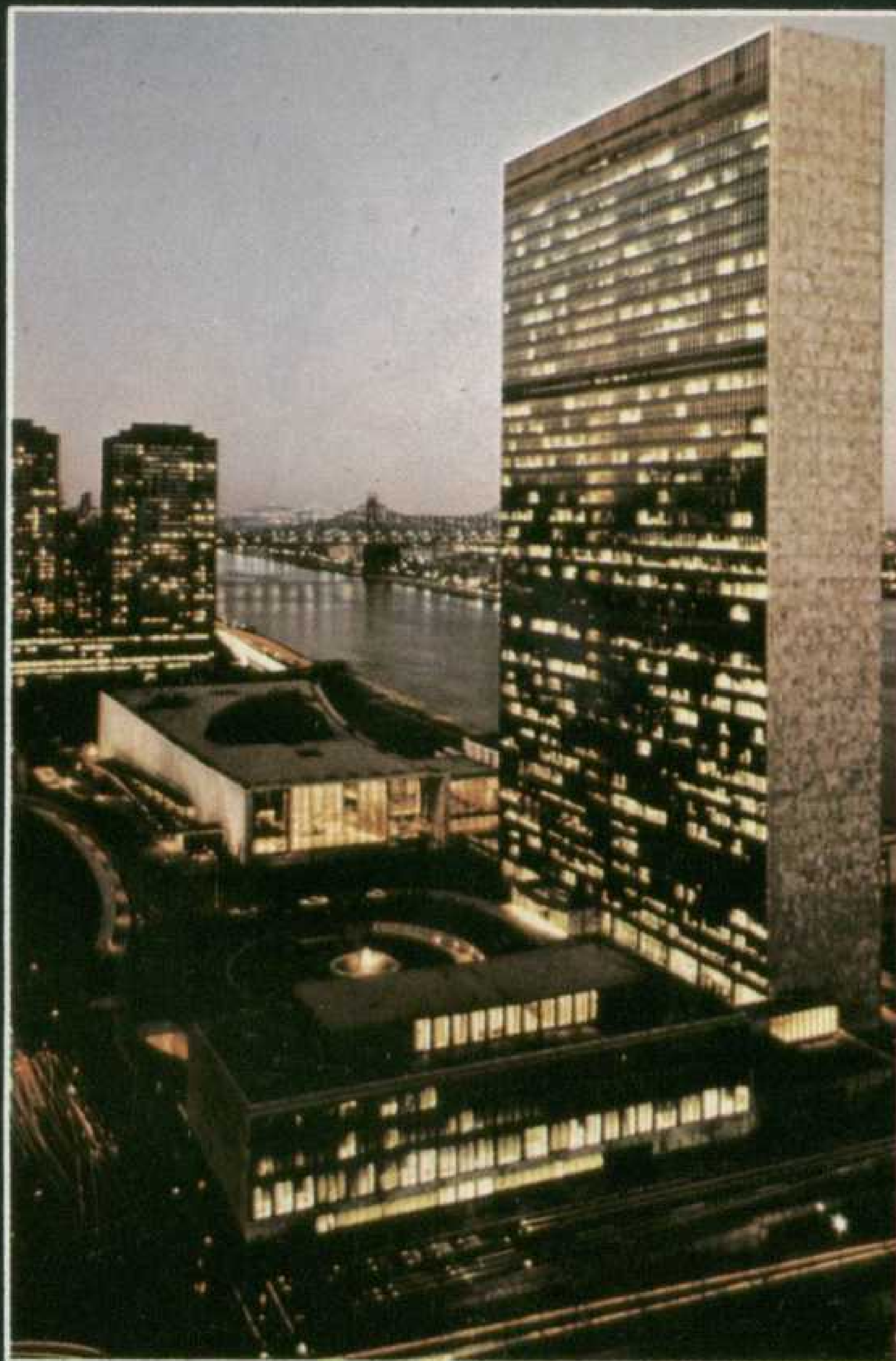
60



Vanne Goodall. © National Geopraphic Society.

89

James L. Amos. © National Geographic Society.



94

Naciones Unidas.

97

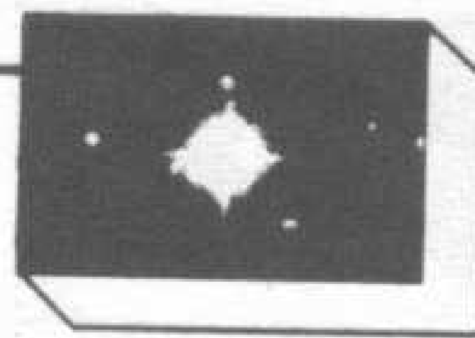
Fotografía de Fred Ward: *Interior de fábrica.*

112

NASA.

114

David Harvey de Woodfin Camp, Inc.



1

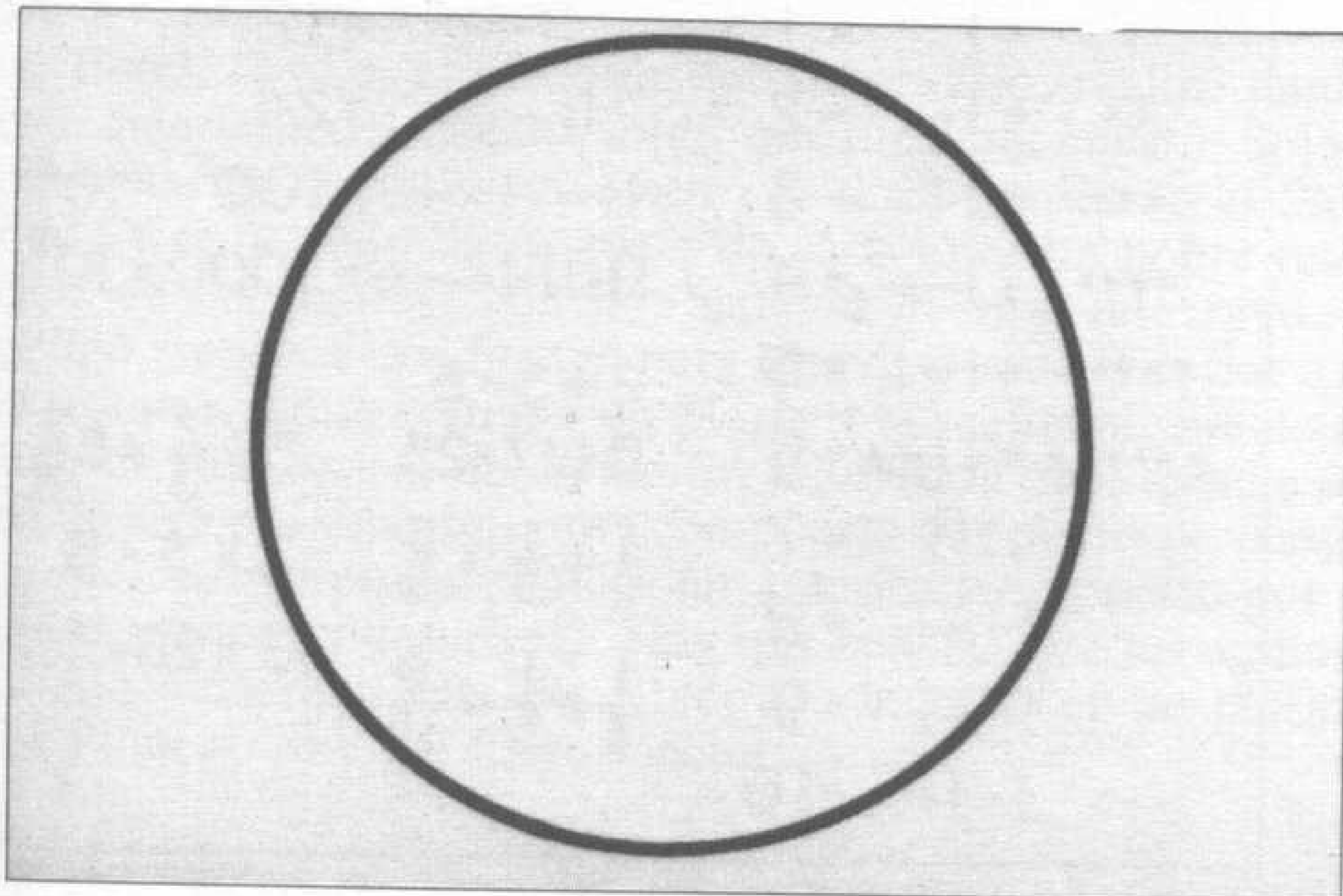
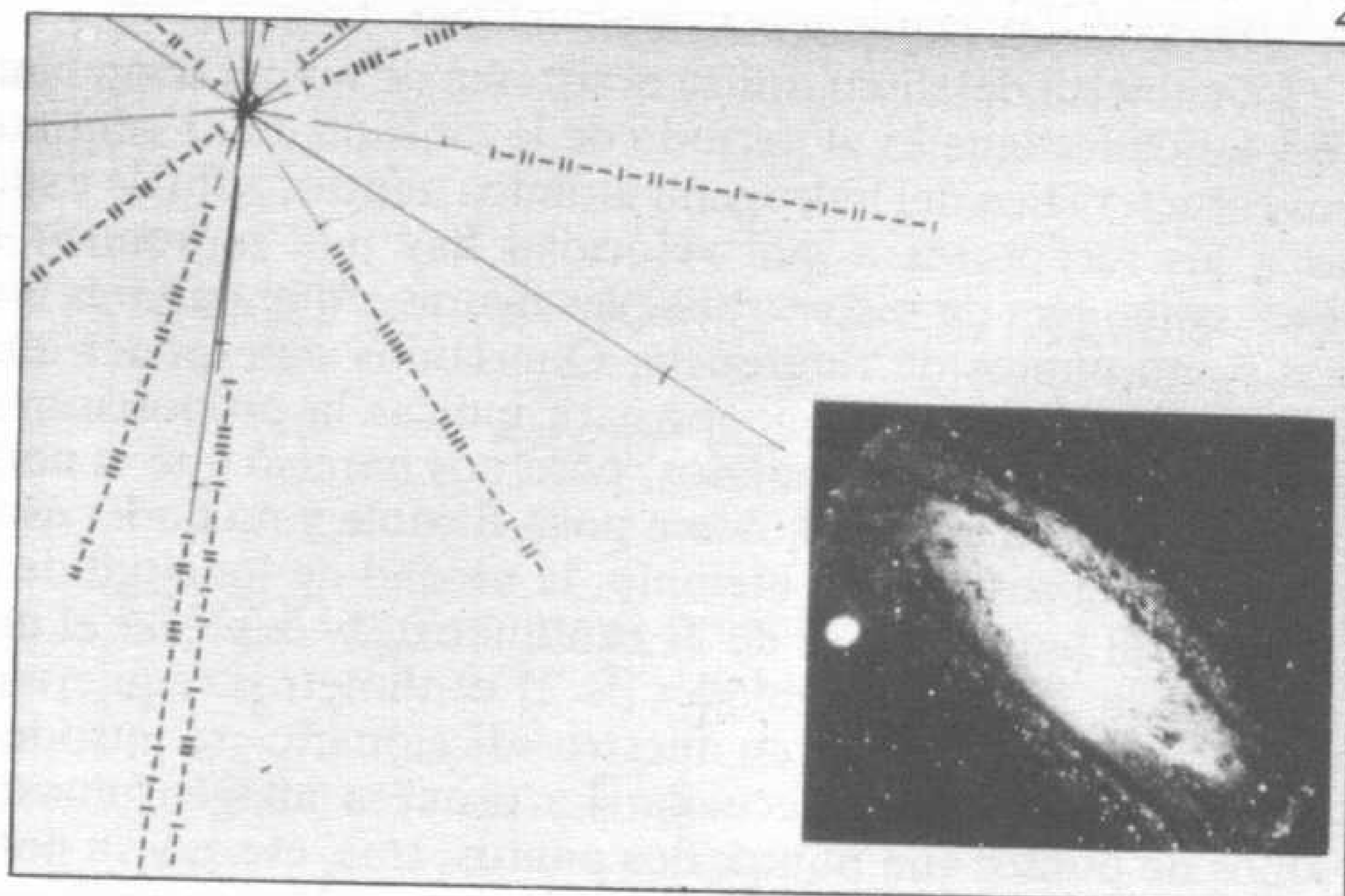


Diagrama de Jon Lomberg.

2



Cedida por F. D. Drake.

1. Círculo calibrador

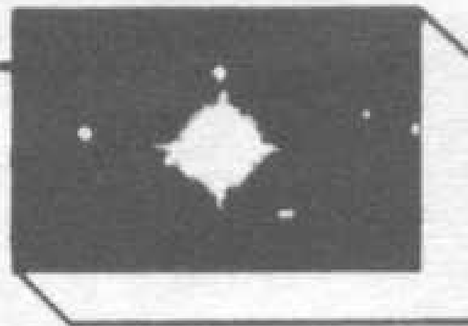
El físico del M.I.T. Philip Morrison sugirió para la primera figura alguna forma geométrica muy simple. Aunque nosotros pensábamos que la reconstrucción de las fotografías a partir de las señales de audio sería sencilla para cualquier civilización capaz de encontrar el Voyager, nos pareció prudente empezar con algo fácil. El diagrama de la portada del disco que muestra la manera de reconvertir las señales de audio en señales de video termina con el dibujo de un círculo. Así pues, si los receptores siguen las instrucciones correctamente, el primer dibujo que reproducirán será el círculo mostrado en la portada. Esto les indicará que están procediendo correctamente. Un círculo también tiene la ventaja de confirmar la relación correcta entre la altura y la amplitud de la trama.

2. Mapa de localización solar

Esta figura repite de algún modo la idea del círculo, pues el mapa de localización solar que muestra la posición del sol relativa a algunos «hitos» astronómicos llamados «púlsares», también aparece en la portada del documento. La idea original era reproducir el mapa entero. Pero la resolución de las fotografías del disco equivale sólo a la resolución de una imagen televisiva, y con esa resolución el código binario que da el período característico de cada púlsar queda justamente por debajo del límite de resolución de la imagen televisiva. Queríamos asegurarnos de que los receptores reconocerían que esa fotografía era equivalente al mapa de la portada, por tanto la notación binaria tenía que quedar clara. Así pues, reprodujimos sólo una parte del mapa y le añadimos, como punto adicional de referencia, una fotografía de M31, la galaxia de Andrómeda en su posición relativa a nuestro sol en el momento del lanzamiento.

La galaxia de Andrómeda es la más cercana de las grandes galaxias vecinas a la nuestra, y el primer plano del núcleo y de las bandas de polvo la convierten en un hito destacado. Si la raza receptora es muy antigua, o ha llevado a cabo buenas mediciones astronómicas de los movimientos internos de Andrómeda o del funcionamiento de su galaxia acompañante M32, o si tiene acceso a los documentos de otra civilización muy antigua, esta imagen de Andrómeda puede ayudar a fijar la fecha del lanzamiento del Voyager. Desde cualquier posición del observador dentro de nuestra propia galaxia, Andrómeda tiene que aparecer más o menos con la misma forma; y durante millones de años la posición de las estrellas y del polvo cambiará muy poco en Andrómeda. Los receptores pueden ser capaces de reconocer (o incluso de recordar) en qué época Andrómeda tenía el aspecto con el que aparece en nuestra fotografía; podría ser, de hecho, el único objeto de toda la colección de figuras que hayamos visto personalmente tanto nosotros como los receptores.

Esta figura proporciona a su vez un control sobre la posición correcta del resto de las fotografías, ya que indicará a los receptores cuál es el lado izquierdo y cuál el derecho. Puesto que ha de encajar con el mapa de la portada y con la situación real de Andrómeda en el cielo, esta figura asegura a los receptores que no han reproducido al revés todas las demás figuras.



3. Diccionario: Definiciones matemáticas

La cubierta del disco utiliza el sistema de numeración binario y unidades iguales al período de la emisión de 21 centímetros característica del hidrógeno atómico neutro, a fin de explicar a los receptores a qué velocidad hay que reproducir el disco, cómo han de reconstruirse las figuras y qué púlsares usamos como puntos de referencia. Queríamos superponer a las figuras medidas y anotaciones para indicar la proporción, el peso y demás de varios objetos, pero nos pareció que la notación «binaria de hidrógeno» era poco flexible y no podía usarse en toda la serie. (Por ejemplo, la unidad de longitud de la emisión del hidrógeno es de 21 centímetros, y expresar el diámetro de la Tierra en unidades de 21 centímetros requiere un número larguísimo.) Así en nuestro «diccionario» se introduce una numeración más adecuada. La primera imagen muestra grupos de puntos (un punto, dos puntos, tres, etc.), y su notación equivalente en el sistema binario y con números arábigos. Luego enseñamos la utilización de nuestros números en exponentes, en fracciones, en operaciones aritméticas, etc. Si ahora queremos decir que algo mide una unidad y media, los receptores comprenderán qué significado tiene 1. En algunos casos damos más de un ejemplo de un uso concreto para que dispongan de elementos con que confirmar su hipótesis.

3

• = | = 1
•• = |– = 2
••• = | | = 3
•••• = |–– = 4
••••• = |–| = 5
•••••• = | |– = 6
| | | = 7
|––– = 8
|––| = 9
|–|– = 10
| |–– = 12
| |––– = 24
| |––|––– = 100 = 10^2
| | | | |–|––– = 1000 = 10^3
2+3=5
8+17=25
$5+\frac{2}{3}=5\frac{2}{3}$
$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{5}{6}$
2 x 3 = 6
13 x 28 = 364
$\frac{1}{3}+\frac{1}{5}=\frac{8}{15}$

Cedida por F. D. Drake.

4. Diccionario: Definiciones de la unidad física

La segunda figura de nuestro diccionario es una tabla de conversión en la que se definen las unidades comunes en términos del sistema binario del hidrógeno, las unidades de longitud, de tiempo y de peso. Los dos dibujos en la parte superior de la figura representan el átomo de hidrógeno (cuya masa es 1 $\underline{M}$) sometido a un cambio en sus estados de energía que emite radiación a una frecuencia equivalente a 1 $\underline{t}$ con una longitud de onda de 1 $\underline{L}$. A partir de esas tres unidades derivamos unidades métricas de peso y distancia (además del angstrom como unidad de distancia en la notación de los diagramas atómicos y moleculares); ideamos una unidad llamada $\underline{e}$ para medir la masa de la tierra, y utilizamos las unidades de tiempo (segundos y años). Habíamos ya definido una plétora de símbolos y aparecieron más cuando introdujimos símbolos para los elementos, para los números atómicos y los pares. Empezamos a temer que las cosas resultasen confusas y para facilitar un poco la cuestión subrayamos todas las unidades de medida para distinguirlas.

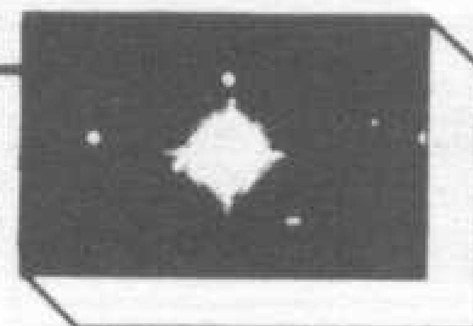
1 $\underline{M}$ — 1 $\underline{t}$

| 1 $\underline{L}$ |

$1\frac{42}{100}\times 10^9\,\underline{t} = 1\,\underline{s}$
$86400\,\underline{s} = 1\,\underline{d}$
$365\,\underline{d} = 1\,\underline{y}$
$6\times 10^{23}\,\underline{M} = 1\,\underline{g}$
$1000\,\underline{g} = 1\,\underline{kg}$
$6\times 10^{27}\,\underline{g} = 1\,\underline{e}$
$\frac{1}{21}\underline{L} = 1\,\underline{cm}$
$1\,\underline{L} = 21\times 10^8\,\underline{\mathring{a}}$
$10^2\,\underline{cm} = 1\,\underline{m}$
$1000\,\underline{m} = 1\,\underline{km}$

Cedida por F. D. Drake.

4



5 y 6. El sistema solar

Frank Drake, el inventor del diccionario, realizó también este diagrama del sistema solar, que presenta nuestro Sol y los planetas junto con el diámetro, la distancia desde el Sol, la masa y el período de rotación de cada uno. La pobre resolución de las figuras, con una calidad de tipo televisivo, nos obligó a utilizar dos figuras para este diagrama. Gracias a que la primera figura termina en Marte y la segunda comienza en Júpiter, pudimos también indicar la división de la familia solar en un sistema solar interior (compuesto por planetas rocosos y pequeños) y en un sistema solar exterior (compuesto por planetas grandes y gaseosos). Hay que señalar que los anillos de Urano, recientemente descubiertos, omitidos en las placas de los Pioneer 10 y 11, fueron incluidos aquí.

7. El Sol

Esta fotografía del Observatorio de Hale presenta cuatro imágenes del Sol tomadas a través de diferentes tipos de filtros, y muestra manchas solares y la textura granular de la superficie. Esta figura y la siguiente tendrían que indicar a los extraterrestres la naturaleza de nuestra estrella.

5

139×10^4 km	4840 km	12400	12760	6800
	58×10^6 km	108	150	228
333000 e	$\frac{1}{19}$ e	$\frac{82}{100}$	1	$\frac{11}{100}$
25d	57d	243	1	$1\frac{3}{100}$

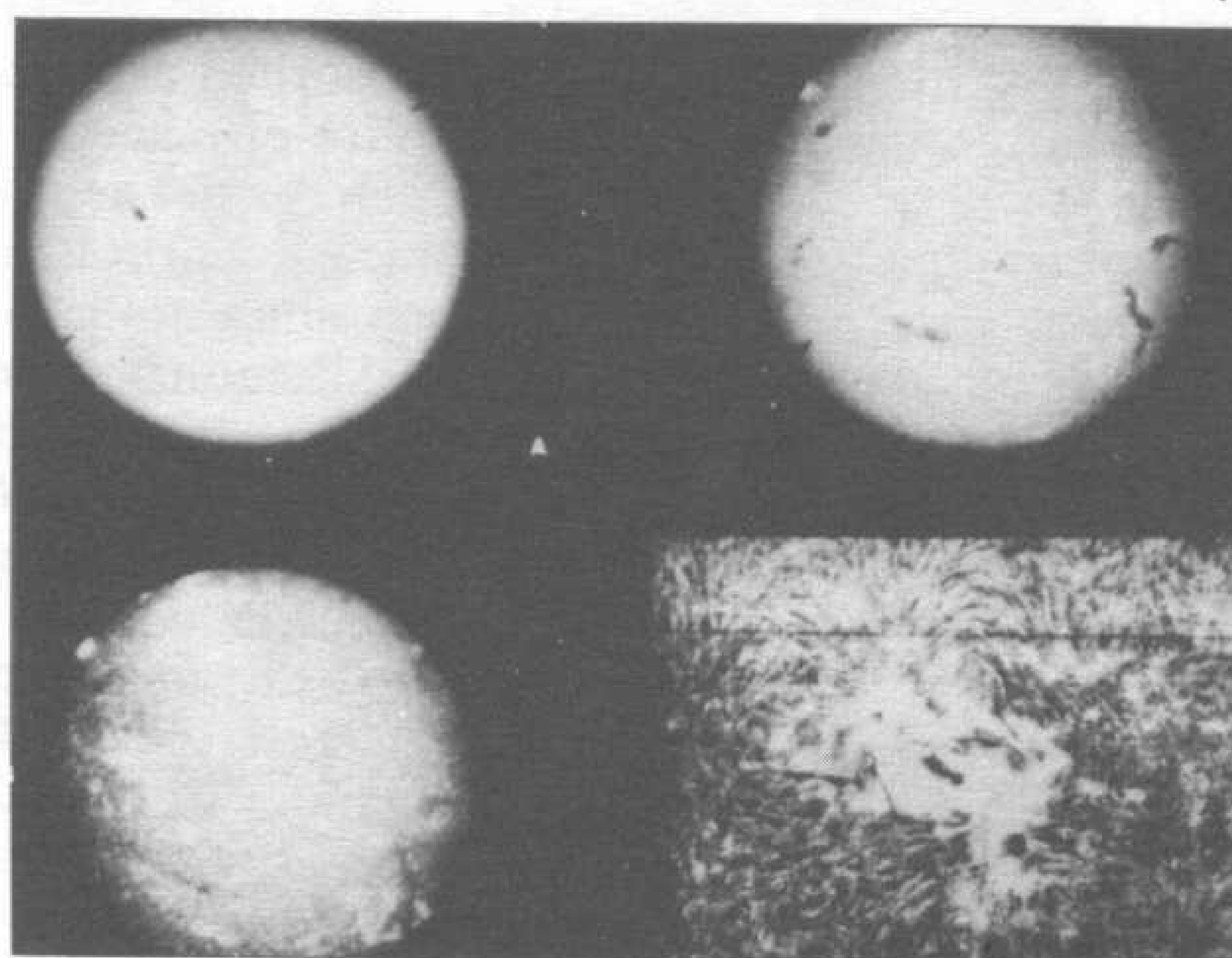
Cedida por F. D. Drake.

6

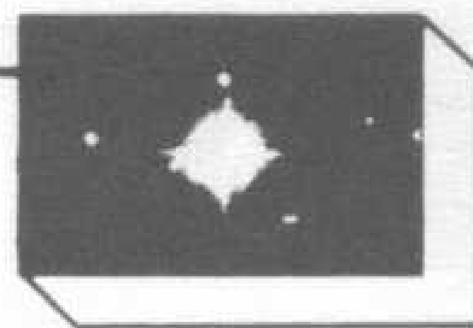
142×10^3 km	121×10^3	47600	44600	14000
778×10^6 km	1428	2872	4498	591
318 e	95	$14\frac{6}{10}$	$17\frac{2}{10}$	$\frac{9}{10}$
$\frac{41}{100}$ d	$\frac{43}{100}$	$\frac{45}{100}$	$\frac{65}{100}$	$\frac{7}{10}$

Cedida por F. D. Drake.

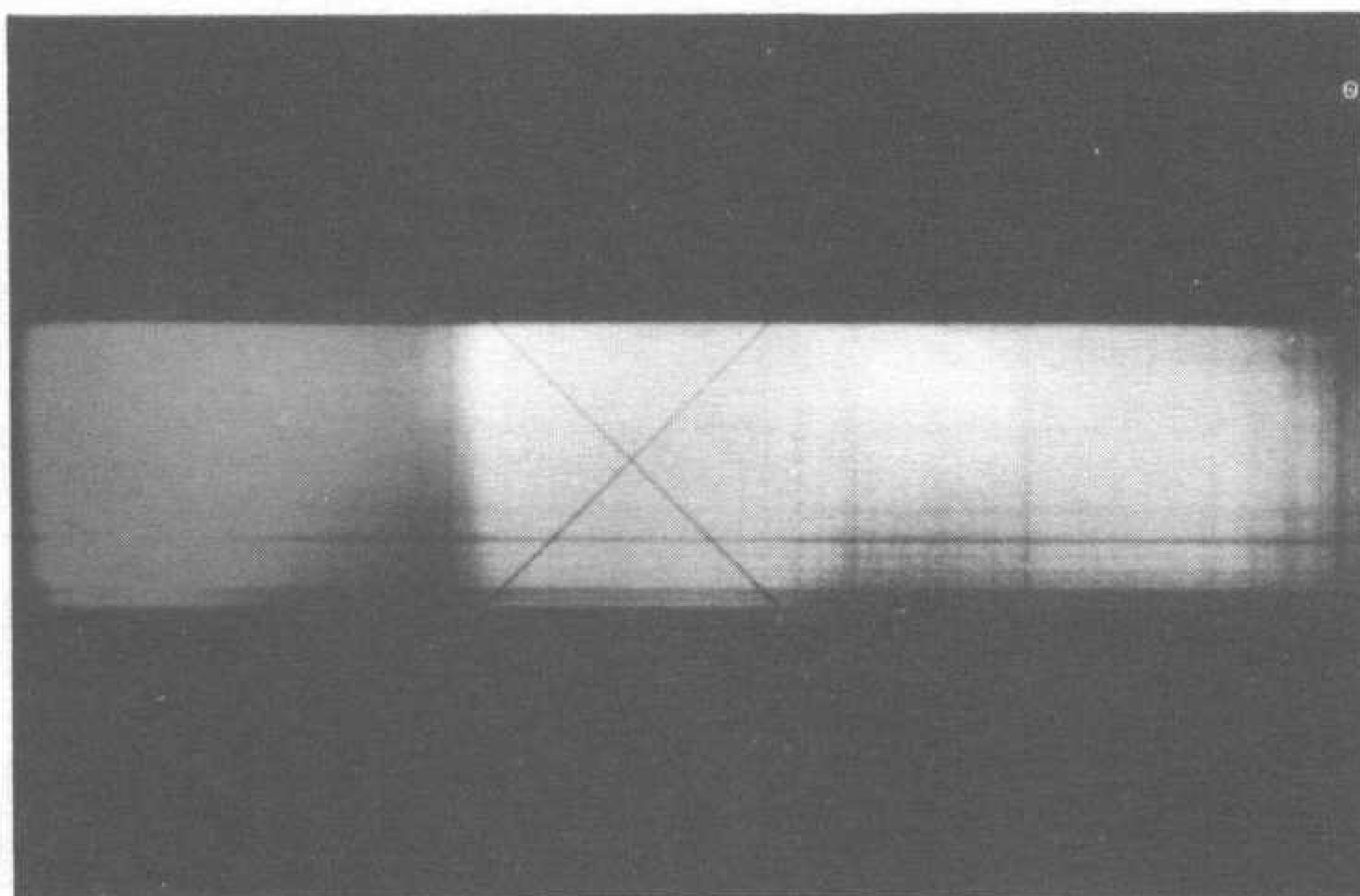
7



Observatorios Hale.



8



9



NASA.

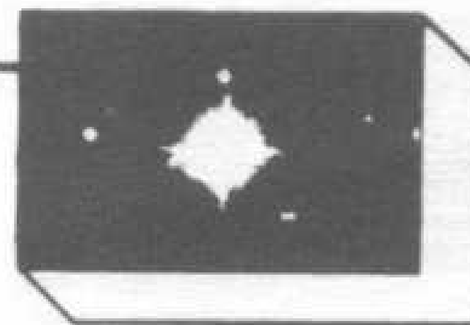
8. El espectro solar

Cuando los extraterrestres empiecen a reconstruir la figura se darán cuenta de algo curioso: la mayoría de las figuras están grabadas formando un paquete único de información, como se ve en la cubierta. Sin embargo, hay unas veinte fotografías, comenzando por ésta, que no están grabadas una, sino tres veces seguidas. La única diferencia que hay entre ellas afecta a los valores relativos de los grises. Los receptores se preguntarán qué significa esto. La respuesta es que tales fotografías de triple imagen son las grabadas en color; cada fotografía representa una separación de color (parecido a lo que se usa para imprimir color en offset) e indica la cantidad de rojo, azul o verde de cada figura. ¿Pero cómo se les podría decir esto?

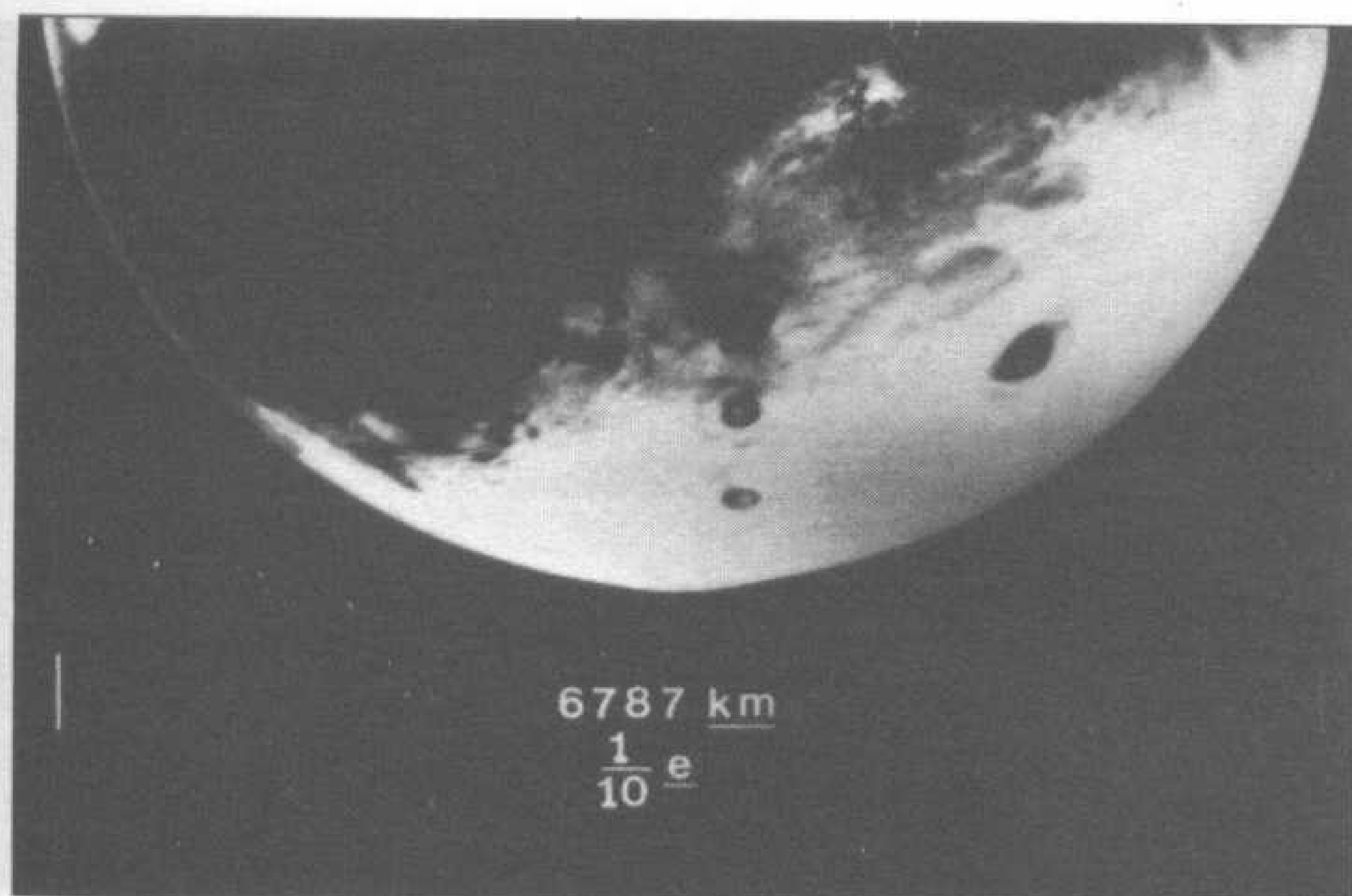
La solución que encontramos se basa en un fenómeno de astronomía estelar que cualquier astrónomo de la galaxia debería conocer. La atmósfera de una estrella, de cualquier estrella, contiene elementos que absorben algo de la luz que esa estrella emite. Cuando se mira el espectro de una estrella, se ve que la secuencia de colores del arco iris está interrumpida por un conjunto de líneas oscuras llamadas líneas de absorción. Dichas líneas han sido estudiadas y situadas con precisión por los astrónomos; las utilizan como una especie de huellas dactilares que nos informan mucho sobre las estrellas que emiten esta luz. En particular, señalan la temperatura precisa de la superficie estelar, así como la cantidad de luz que la estrella emite en cada longitud de onda. El «color» de la estrella viene dado exactamente por esas líneas. Su desplazamiento por el efecto Doppler (llamado el desplazamiento hacia el rojo cuando la estrella se aleja del Sol) nos informa sobre el movimiento de las estrellas y galaxias que emiten esta luz, y proporciona una base observacional importante para el estudio de otras galaxias y de la estructura del universo en su totalidad.

Pensamos que las líneas de absorción en la figura del espectro solar, incluso reproducidas en blanco y negro, gritan por sí solas de modo inequívoco «¡soy una estrella G2!». Los receptores sabrán pues que nuestro Sol es una estrella G2; y también deberían saber exactamente qué aspecto tiene «realmente» en color el espectro de este tipo de estrellas. Aunque los ojos de los receptores no utilicen la misma porción del espectro electromagnético que nosotros llamamos luz visible, las líneas de absorción les señalarán que deseamos indicarles algo relacionado con esa porción del espectro. Su tarea consiste en combinar los tres colores separados del espectro solar en una sola imagen que presente el espectro tal como es en la realidad: tal como ellos lo conocen por sus propias observaciones de estrellas corrientes amarillas, parecidas al Sol. Tienen que volver hacia atrás, partiendo de la información que ya tenían a fin de comprender nuestro concepto de la separación de colores. Entonces podrán reconstruir las otras figuras en color correctamente y ver flores, arrecifes coralíferos, y tonos de la piel con los colores de las fotografías originales.

Aunque parezca mentira, en los libros del Departamento de Astronomía de Cornell no apareció ninguna fotografía del espectro solar exactamente igual a lo que nosotros buscábamos. Por eso, Valentin Boriakoff del equipo científico del NAIC y Dan Mitler ingeniero del NAIC fotografiaron el Sol, usando un simple prisma y una película corriente como la de muchas de las restantes figuras en color.

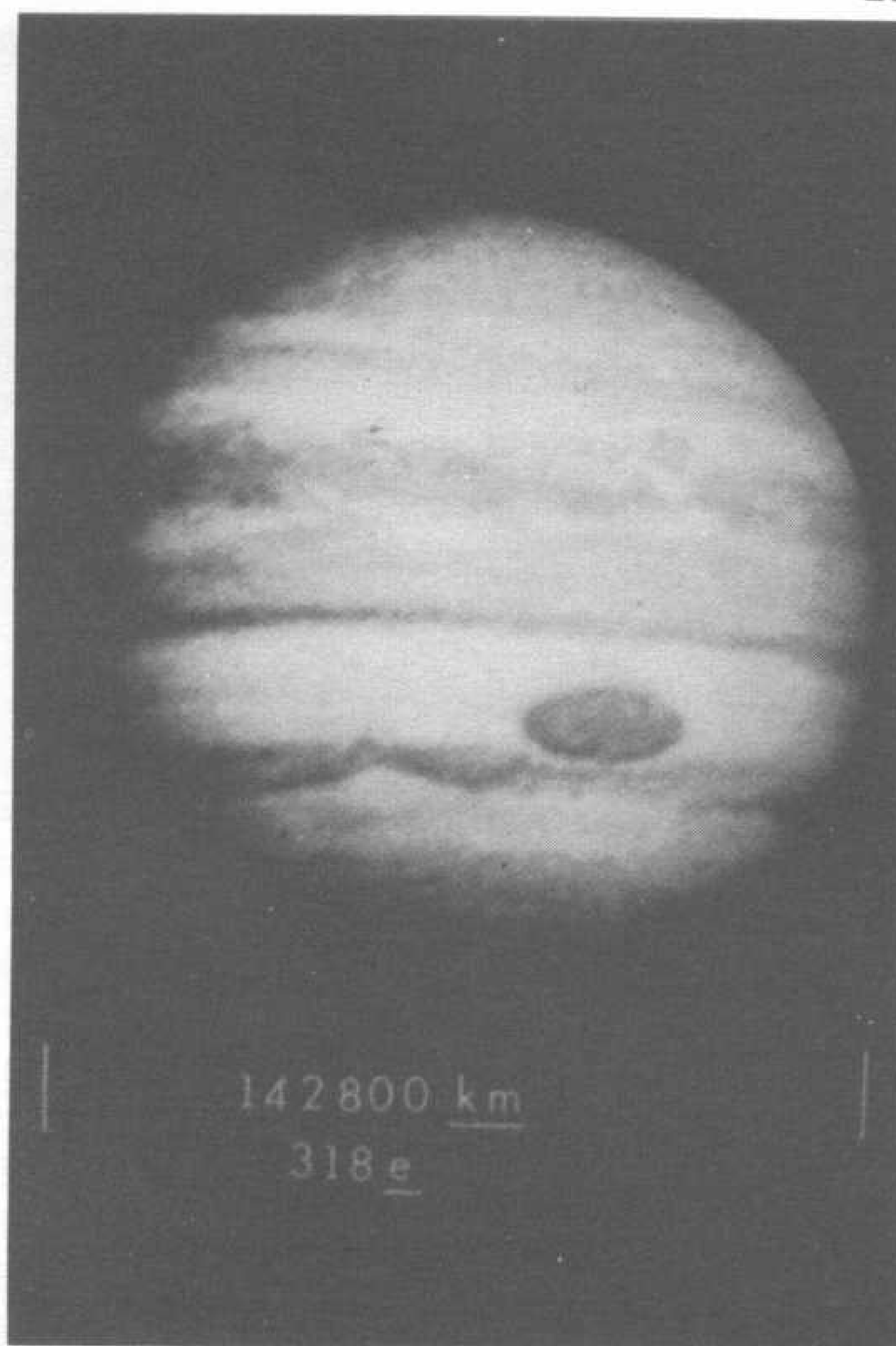


10



NASA.

11



NASA.

9, 10 y 11. Mercurio, Marte y Júpiter

Cuando realizamos nuestra primera exploración del sistema solar, tuvimos la sensación de estar explorando aventuradamente mundos distantes. Sin embargo, desde una perspectiva interestelar, el sistema solar aparece como una pequeña familia agrupada alrededor de una pequeña estrella, y si queremos comunicar a los extraterrestres que éste es nuestro mundo, Júpiter y Marte formarán parte de él tanto como Nueva York o Nueva Delhi. Siguiendo el consejo del astrónomo A. G. W. Cameron, incluimos algunas imágenes de otros planetas: Mercurio visto por el Mariner 10; Marte como lo vio el Viking cuando se acercaba a él, preparándose para aterrizar; y Júpiter en la primera fotografía tomada de cerca que suministró el Pioneer 11. Reformulamos pues el mensaje implícito del Voyager diciendo: somos viajeros del espacio, deseamos explorar el universo que nos rodea y entrar en contacto con él.

El diámetro y la masa de Júpiter y Marte representados en la figura proporcionan una contrarreferencia al diagrama del sistema solar de las figuras 5 y 6.

12



NASA.

12. Tierra

Tomada en color, ésta es una instantánea de casa, la «pradera en medio del cielo» en palabras de Sagan, desde donde se lanzaron estas figuras.

Las imágenes de planetas deberían ser objetos reconocibles para las razas viajeras del espacio. Es evidente que no habrán visto nunca estos planetas, pero en otros sistemas solares deben de haber visto planetas gigantescos y gaseosos como Júpiter, erosionados y yermos como Mercurio, incluso quizás encantadores mundos azules de agua/oxígeno como la Tierra. El mirar objetos que les resulten algo familiares ayudará a los receptores a calibrar su sistema para reproducir imágenes y a entender nuestro concepto de imagen: cómo representamos nosotros la realidad en una superficie bidimensional. Seguramente será una ayuda para ellos ver algo familiar antes de pasar a imágenes de cosas que les son totalmente extrañas.

13. Egipto, el mar Rojo, la península del Sinaí y el Nilo, con la composición de la atmósfera terrestre

Al descender a la superficie del planeta azul, otra fotografía en color fija la idea de que éste es el planeta donde vivimos. La forma de las nubes y las perspectivas de la tierra y del agua pueden aportar alguna pista sobre nuestra meteorología. La abundancia relativa de los gases en la atmósfera aparece indicada con símbolos concretos en las siguientes figuras. Para los cinco átomos biológicos más importantes usamos símbolos de letras; los demás están indicados con su número atómico dentro de un círculo. (Así, por ejemplo, argón viene a ser 18.) Las figuras 9 a 13 fueron seleccionadas por Sagan.

14, 15 y 16. Estructura del DNA y su reproducción

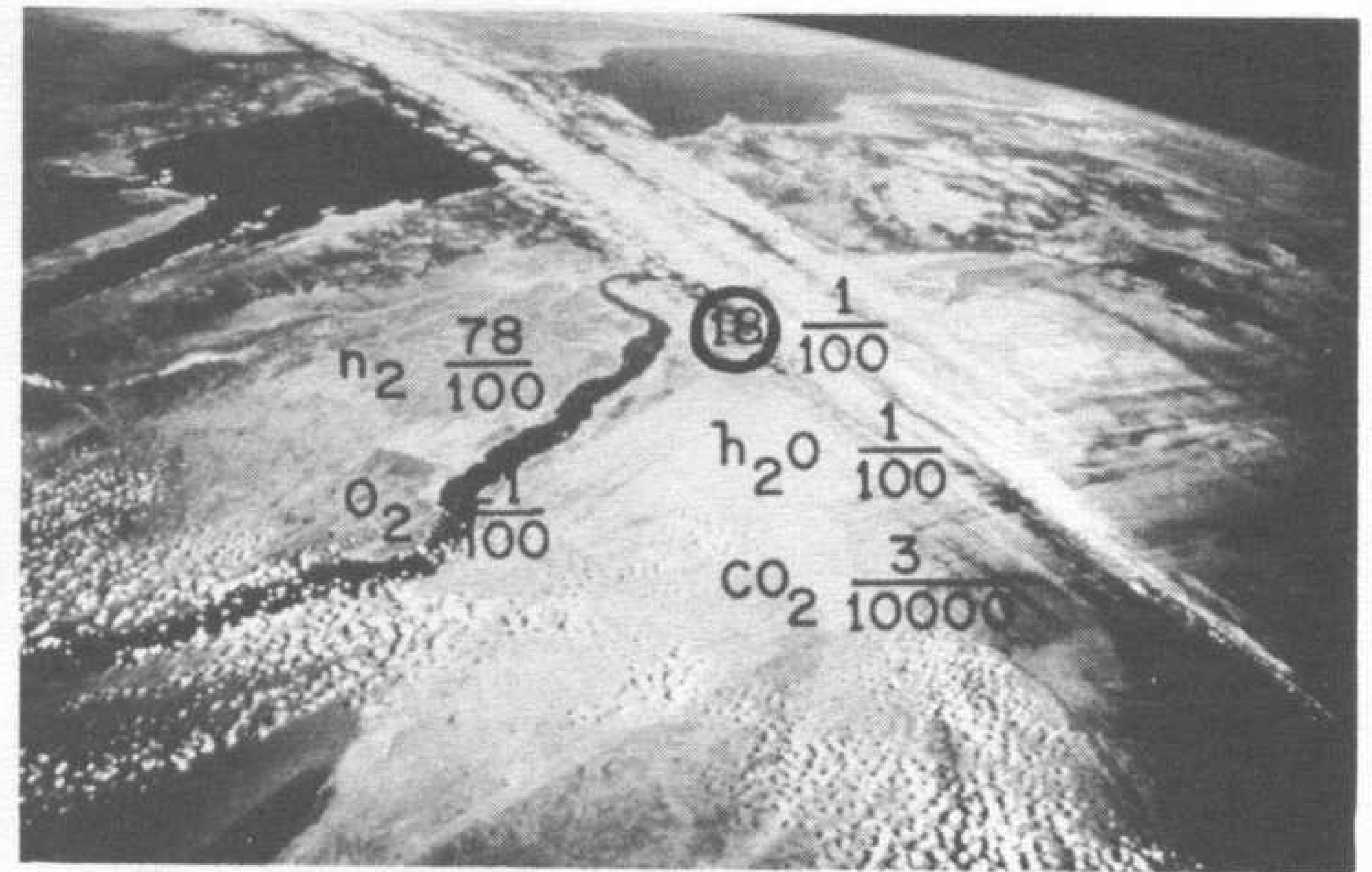
Una de las cuestiones cruciales y aún sin resolver de la biología es si la composición química de la vida en la Tierra es el único medio de que dispone la materia para formar las estructuras que llamamos vivas, o si existen otras posibilidades. ¿Es la química del carbono la única viable? ¿Exige la reproducción de la vida moléculas helicoidales? ¿Qué es lo necesario en nuestra biología y qué es un simple accidente de nuestra evolución? Una de las razones del gran interés que los biólogos tienen en hallar vida en algún otro lugar —en Marte, por ejemplo— es la posible respuesta que aportaría a estas cuestiones. Pensamos que alguna indicación sobre la naturaleza química de nuestra biología sería de gran interés para los científicos de la raza que encontrase el Voyager.

En la Tierra, toda clase de vida utiliza la molécula DNA para almacenar y reproducir la información que dicta al organismo la manera de crecer partiendo de cero. Creímos pues que la estructura del DNA sería una buena muestra. No obstante, es posible que el DNA sea el único medio, en cuyo caso les estamos contando algo que ellos ya saben. Al mismo tiempo les revelamos nuestra ignorancia: «Los pequeños terráqueos no saben todavía que *todos* estamos hechos de DNA.»

Realizar el diagrama de la molécula de DNA ofrece dificultades, puesto que es una molécula compleja con muchos átomos y una estructura helicoidal y retorcida, difícil de presentar con claridad en un dibujo. Ninguno de los diagramas o modelos ordinarios —a base de bolas y palos o de llenado espacial— parecían suficientemente claros, así que con la ayuda del doctor Stuart Edelstein, un bioquímico de Cornell, diseñé un diagrama.

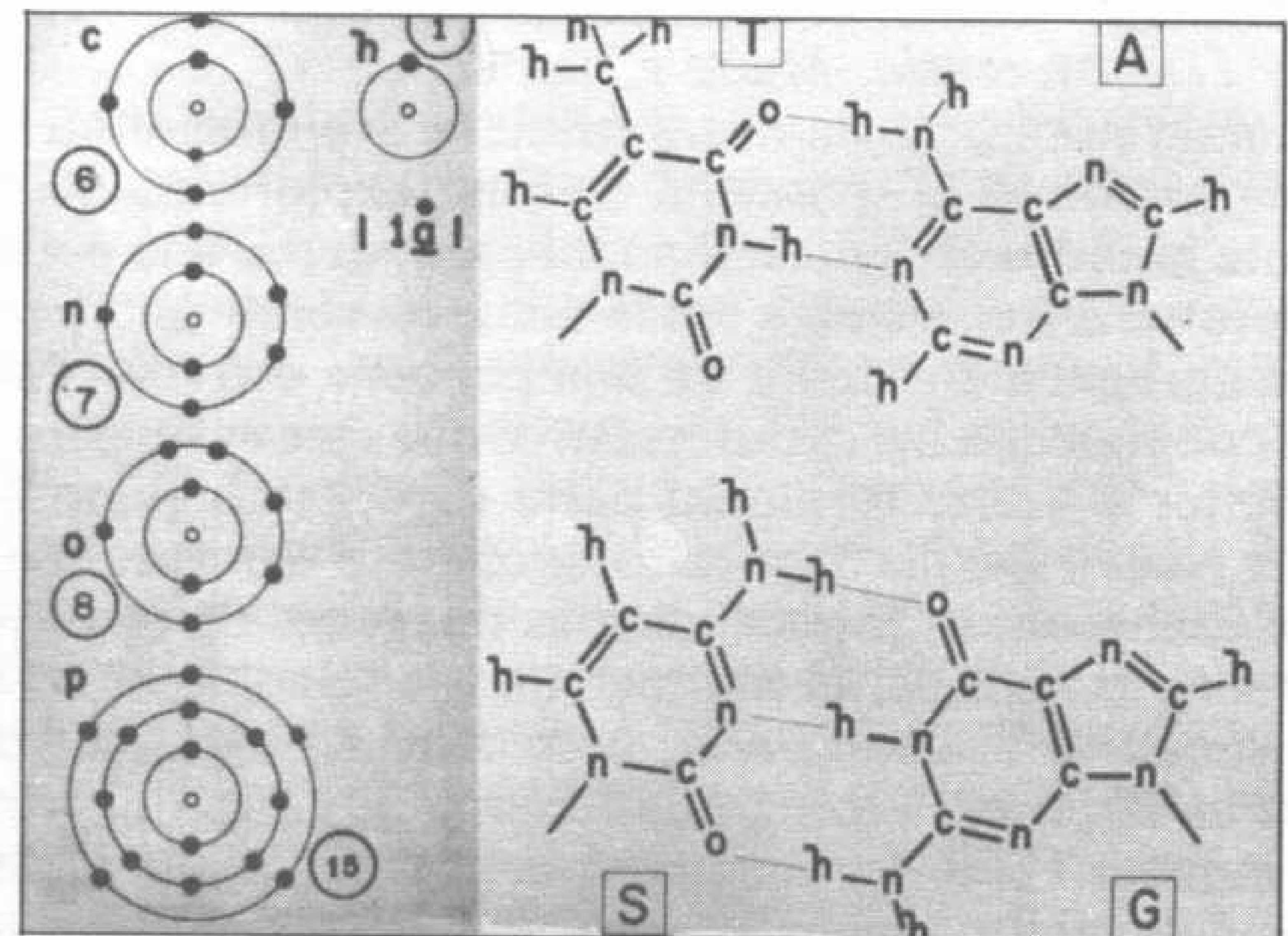
La parte sombreada a la izquierda de la figura 14 muestra esquemáticamente los cinco átomos que componen el DNA. El tamaño indicado del átomo de hidrógeno (1 angstrom) debería evidenciar que estamos hablando de átomos (no hay nada con un tamaño tan pequeño). Los átomos tienen símbolos literales y los símbolos de sus números atómicos (el número

13



NASA.

14



Cedida por F. D. Drake.

15

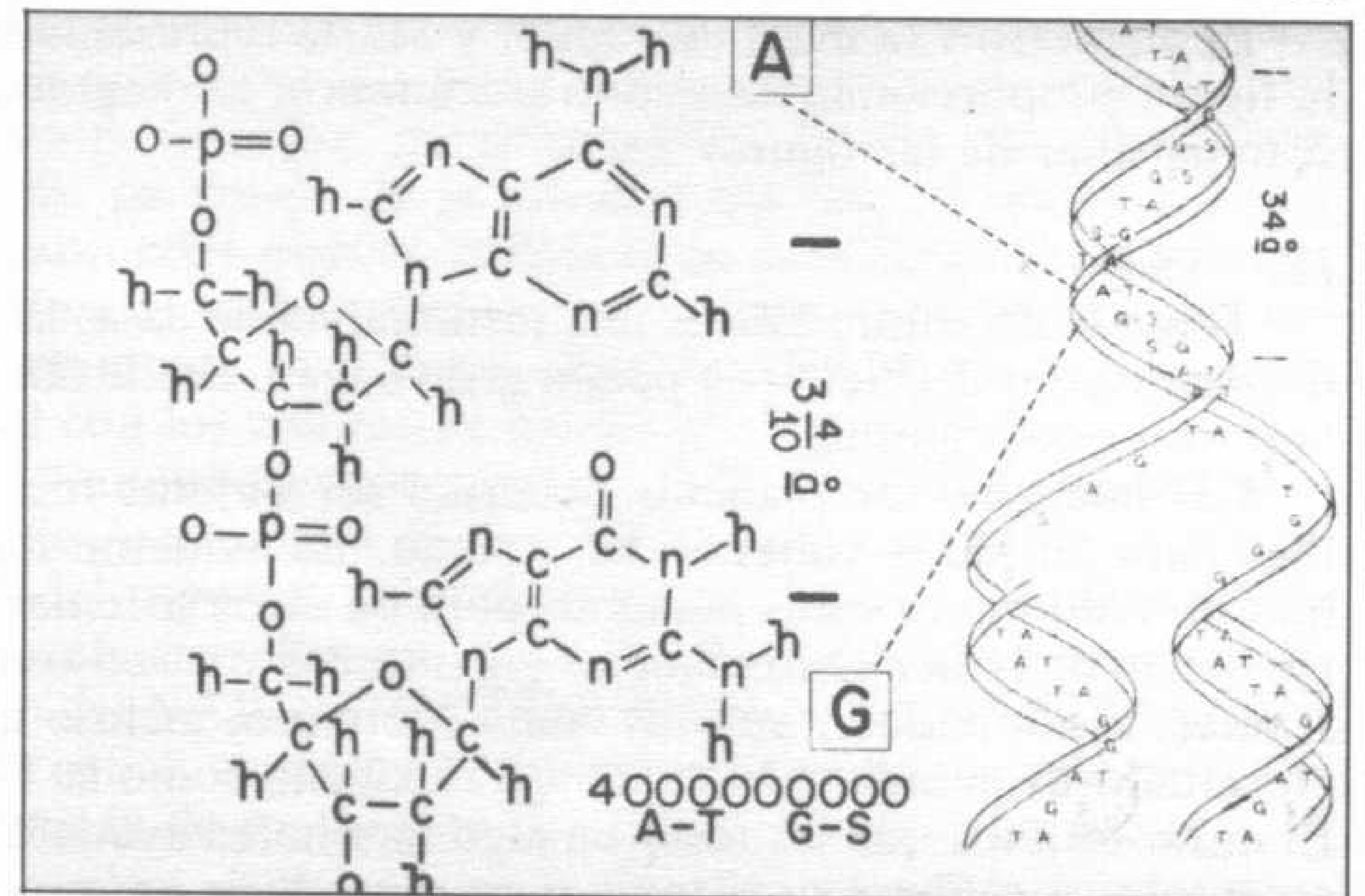


Diagrama de Jon Lomberg.

16

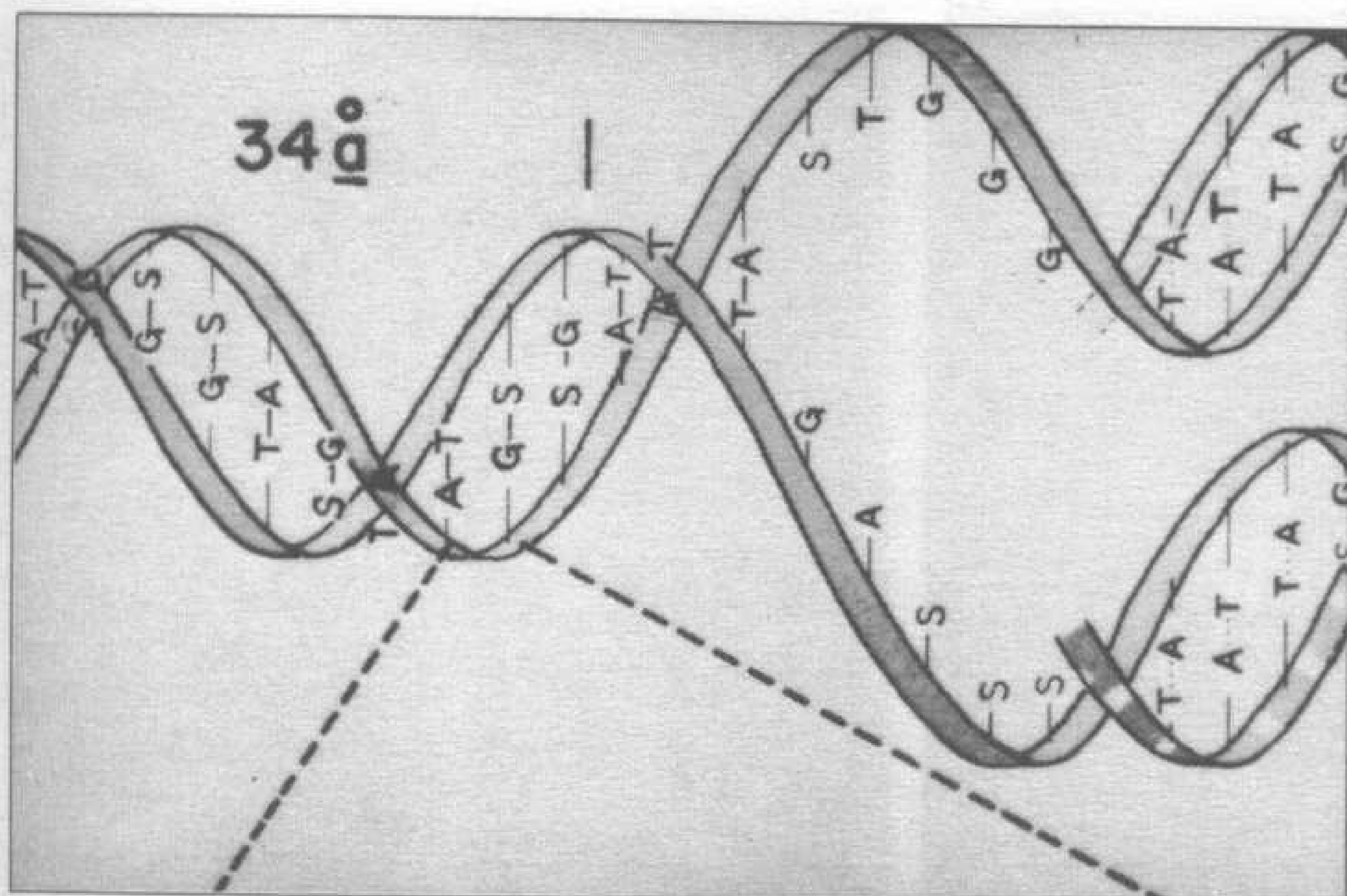
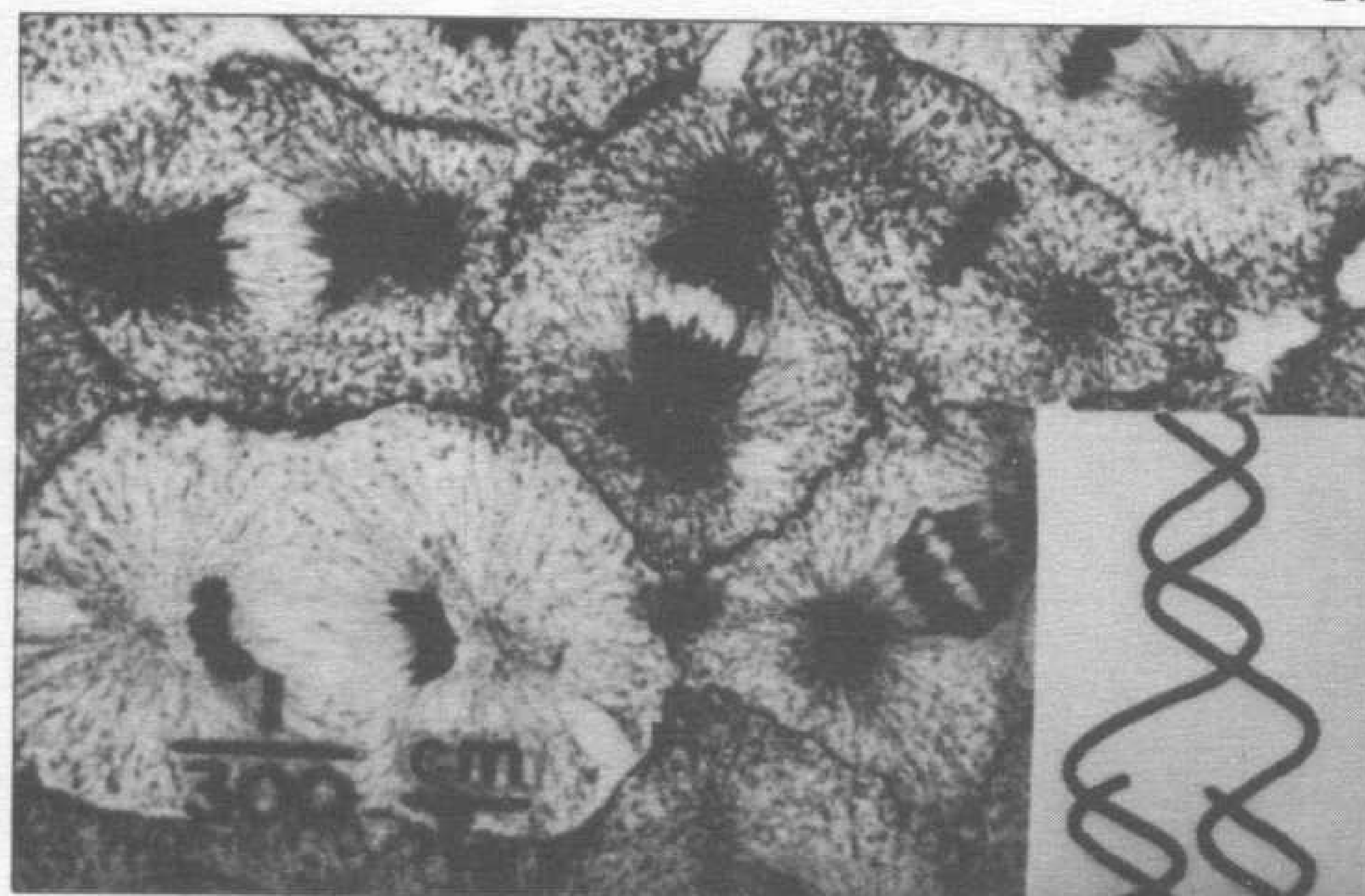


Diagrama de Jon Lomberg.

17



Turtox/Cambosco, Macmillan Science Co., Inc.

inscrito en un círculo). Obsérvese que tuvimos que poner un pequeño rabo a la *h* del hidrógeno, para eliminar la posibilidad de que se confundiera con la *n* del nitrógeno.

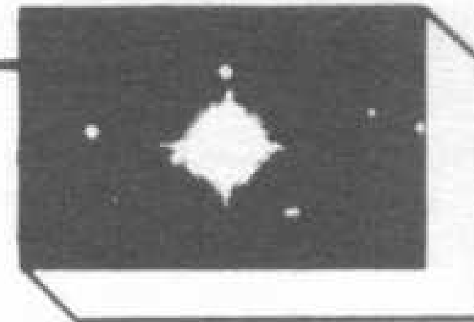
La parte derecha de la figura muestra las cuatro bases que conectan las dos espirales en torsión del espinazo del DNA. Las cuatro bases se encuentran siempre emparejadas —tinina con adenina, y guanina con citosina—. Estos pares de bases son las dos letras del alfabeto genético. Se muestra en el diagrama la composición de los dos posibles pares. Las bases se indican por una letra en un recuadro. Nos enfrentamos aquí con un problema que iba surgiendo continuamente. Debíamos intentar eliminar todo posible motivo de ambigüedad, y parecía ambiguo utilizar el mismo símbolo para dos cosas diferentes: «citosina» empieza con C, pero habíamos utilizado ya la C para definir el carbono. Consulté el problema con Frank, él se encogió de hombros y dijo: «Escríbelo con una S.» «¿Citosina con S?», dije dubitativamente. «A los bioquímicos les va a dar un ataque.» «Hazlo de todos modos, —dijo Frank— será una buena lección concreta sobre los problemas espaciales que plantea la comunicación con los extraterrestres.» «¿Citosina con S?», se quejó Edelstein. Y no estoy seguro de que nuestra explicación le convenciese.

La parte izquierda de la figura 15 muestra la composición del espinazo de la molécula DNA, con dos de las bases unidas a él; y en el lado derecho hay un diagrama de la molécula entera mostrando la formación con el espinazo y las bases de una estructura helicoidal capaz de autorreproducirse. En la parte inferior de la figura aparece la leyenda «4000000000 A-T G-S» indicando que una molécula de DNA utiliza un gran número de pares de bases para codificar la información necesaria para construir un ser viviente (ése es el número de pares de bases en un filamento de DNA procedente de un ser humano).

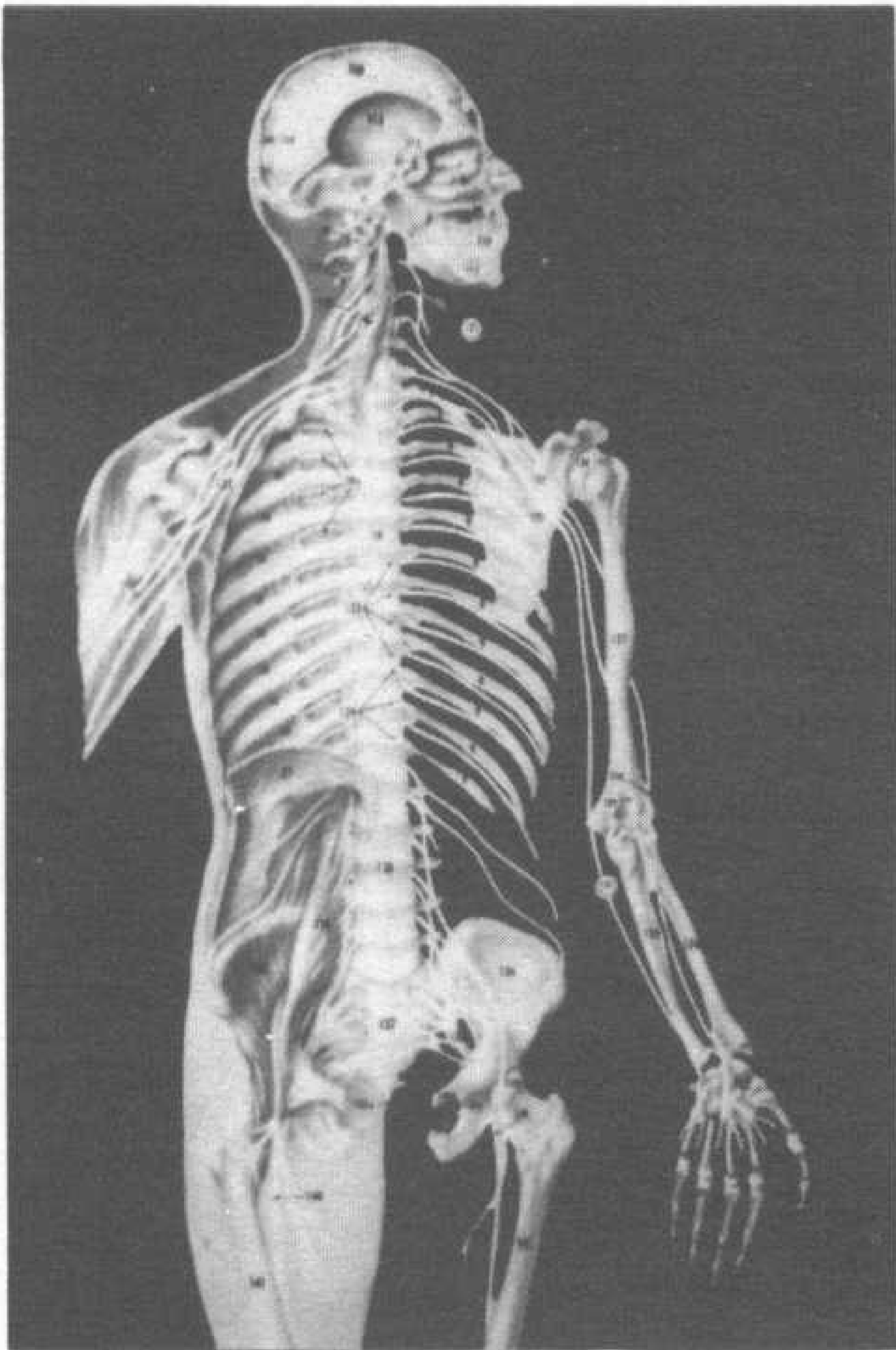
En nuestro lugar de trabajo en Cornell teníamos una pequeña cámara de televisión y una pantalla que nos permitía ver las figuras con la resolución con que se grabarían. Las letras indicando los pares de bases en la hélice de la figura 15 estaban próximas a la resolución límite, y para asegurarnos, repetimos un primer plano de esta parte del diagrama en la figura 16.

17. División celular

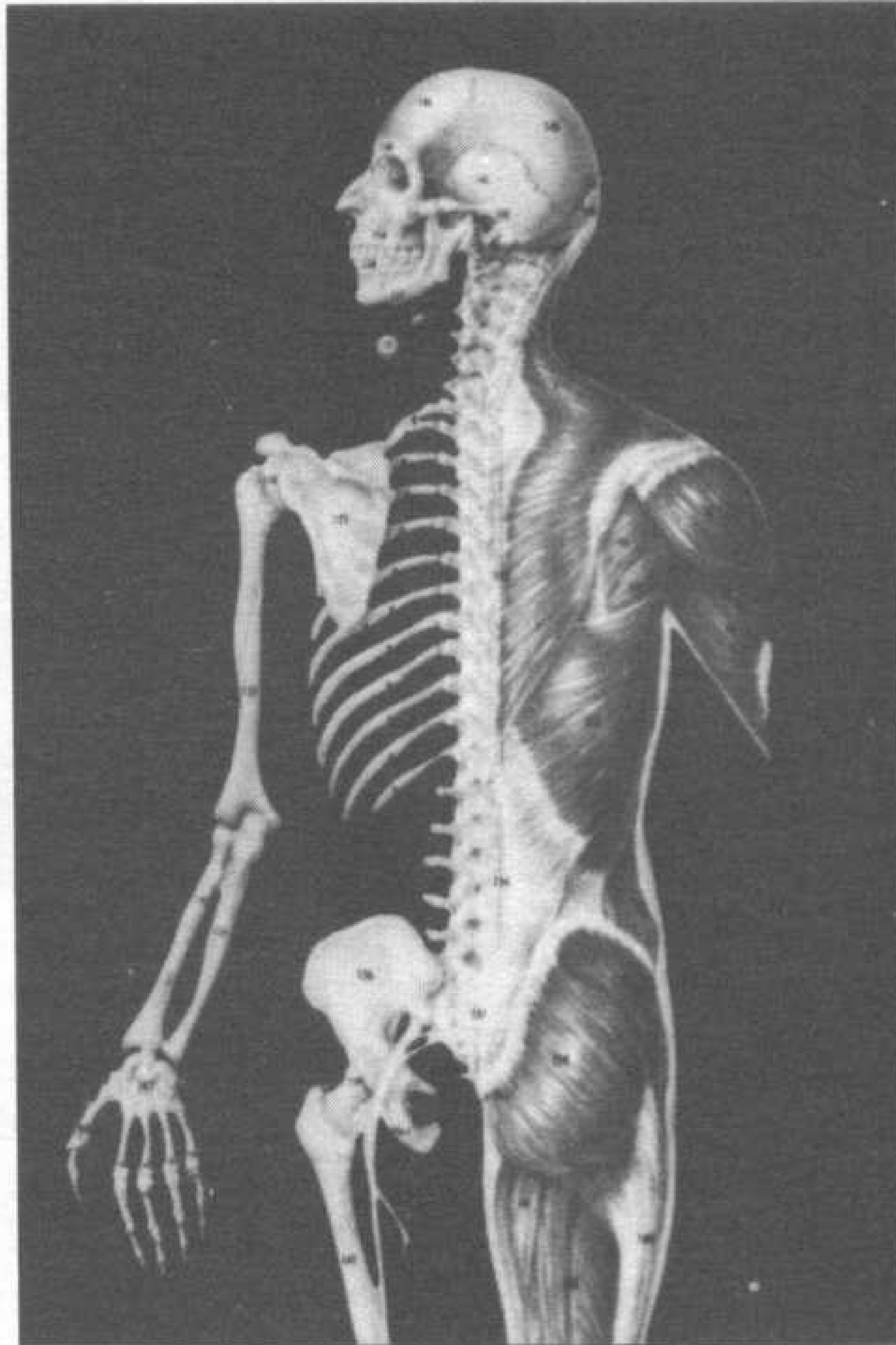
Esta magnífica fotografía muestra el DNA en el acto de reproducirse. La escala «1/300 cm.» indica que estamos enseñando algo que es mucho mayor que las moléculas de las fotografías previas, pero que continúa siendo pequeño. Para dar una pista, mostramos la misma forma que aparece en la figura 16: la doble hélice del DNA desenvolviéndose y reproduciéndose. Las células mostradas, provenientes de la blástula de una rana, exhiben varias de las fases de la división celular.



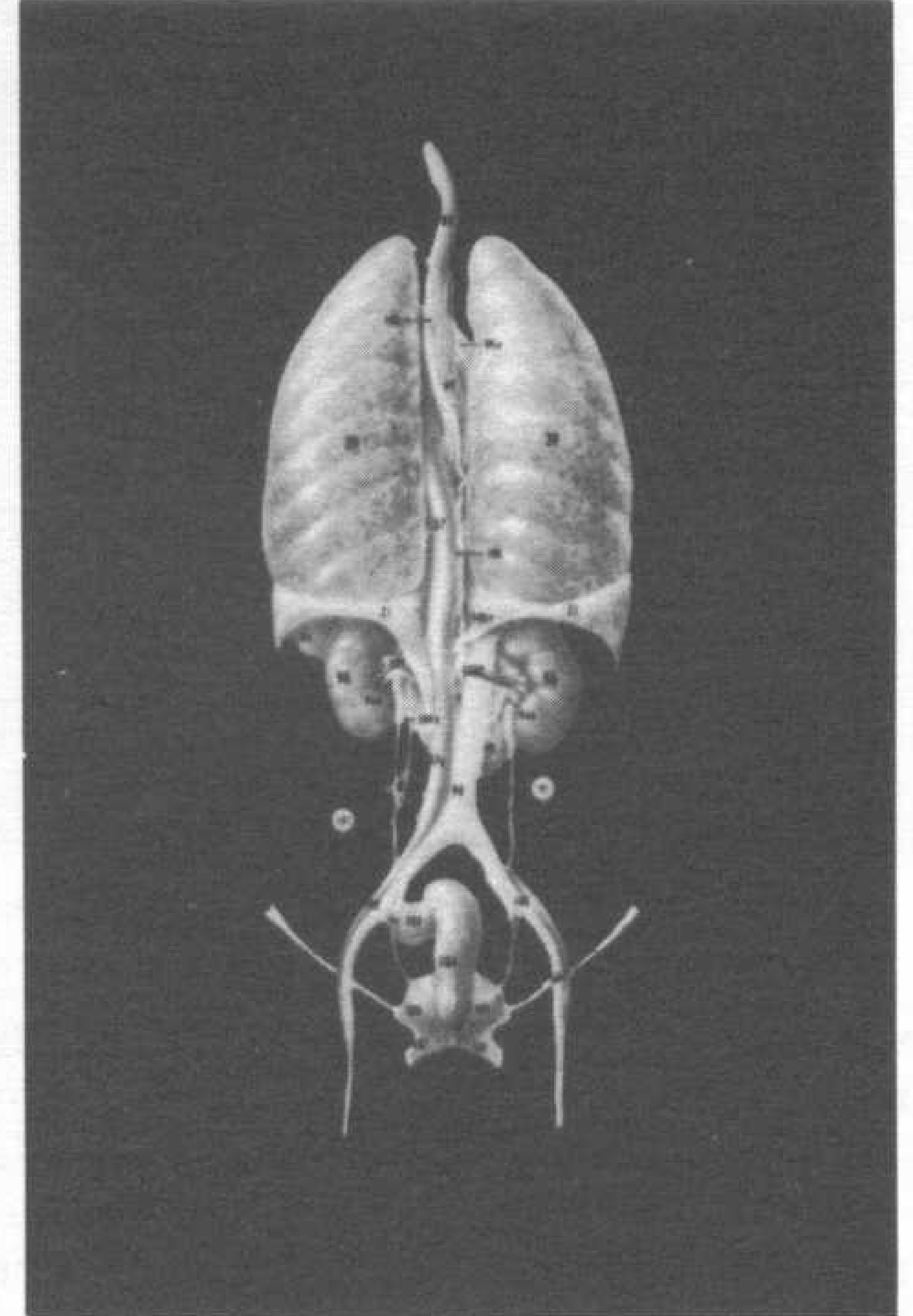
18



19



20



18 a 25. Anatomía humana

Frank Drake pensó que las transparencias apilables de anatomía humana que se encuentran en las enciclopedias serían ideales para mostrar la anatomía estructural (si no funcional) del hombre, y consiguió un juego de transparencias de acetato usadas en *The World Book Encyclopedia*. Estas ocho figuras muestran la anatomía humana superficial y profunda, incluyendo la estructura del esqueleto, el sistema nervioso, el sistema circulatorio, etc. La figura 23 se grabó en color para destacar la diferencia entre las venas (azules) y las arterias (rojas). Desgraciadamente el cuerpo de las transparencias es neutro: el lugar que deberían ocupar los órganos sexuales está vacío. A fin de destacar nuestra sexualidad (un aspecto no precisamente trivial en la anatomía humana) y de enlazar los diagramas anatómicos con las figuras siguientes, añadimos a la figura 25 un dibujo esquemático mostrando la existencia en la zona inguinal de dos tipos de órganos, introdujimos los símbolos masculino y femenino para distinguirlos. Volvimos a utilizar estos símbolos en las figuras 26, 28 y 32.

Habíamos notado ya que las transparencias estaban cubiertas con cientos de diminutos números negros, para relacionar las partes del cuerpo con una lista de nombres que acompañaban en la enciclopedia a las transparencias. El equipo de *World Book* no nos pudo proporcionar un juego de transparencias sin estos pequeños números, pero Linda Sagan, que es pintora, borró todos los números del acetato cubriéndolos diestramente con los mismos colores. Terminó este trabajo al cabo de largas y tediosas horas; pero la pintura, después de secarse, se soltó del acetato. Todo el trabajo de Linda resultó baldío y ya no había tiempo para repetirlo. Que cada cual se imagine cómo interpretarán los extraterrestres los millones de puntitos negros que cubren nuestras costillas, riñones y bíceps.

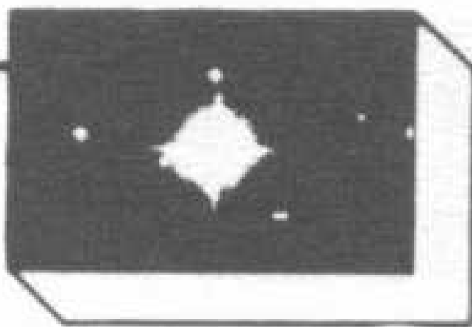
(Fotografías © 1978 - Childcraft Internacional, Inc. Con permiso del editor. La parte artística es una adaptación para uso exclusivo de *The World Book Enciclopedy* de *The Human*, copyright 1955 de Harper & Row Publishers, Inc.)

26. Diagrama de los órganos sexuales humanos

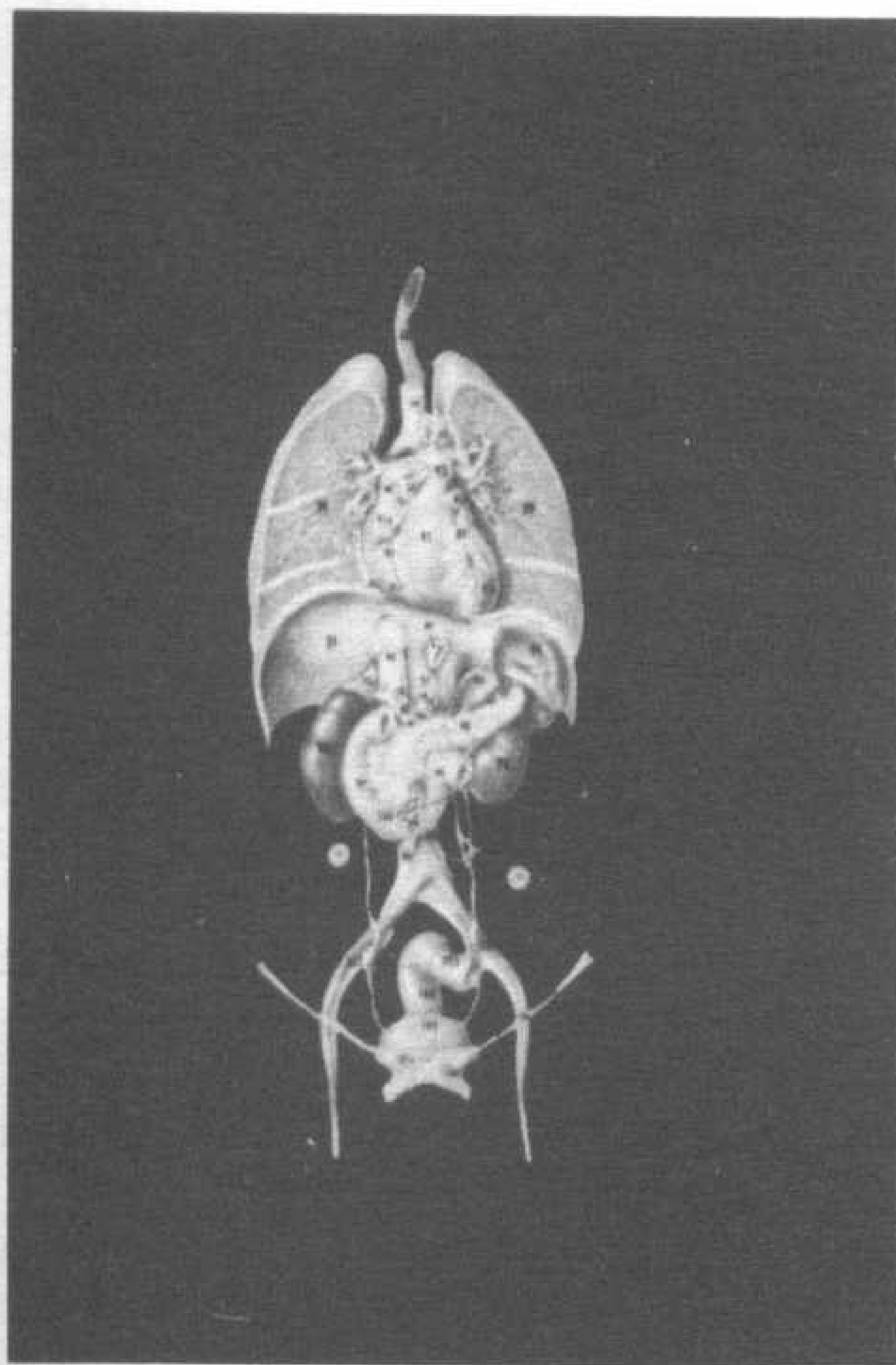
Los símbolos masculino y femenino enlazan esta imagen con las figuras 25 y 32. Esta figura y las siete siguientes forman una secuencia que describe la reproducción humana. Esta secuencia no sólo tenía que ser clara sino que tenía que aprobarla el consejo revisor de la NASA. No es difícil entender el poco entusiasmo de una agencia gubernamental que cada año tiene que obtener sus fondos del Congreso, por verse envuelta en las lóbregas aguas de la sexualidad humana.

Fue milagroso que la NASA aprobase casi todo el material, pero nos tuvimos que resignar a que censurasen una figura (que se puede ver en este artículo pero no en el disco del Voyager) de un hombre y de una mujer embarazada con las manos cogidas y en una posición muy poco erótica. Una silueta de esta fotografía, en donde se muestra la posición del feto, aparece en la figura 32.

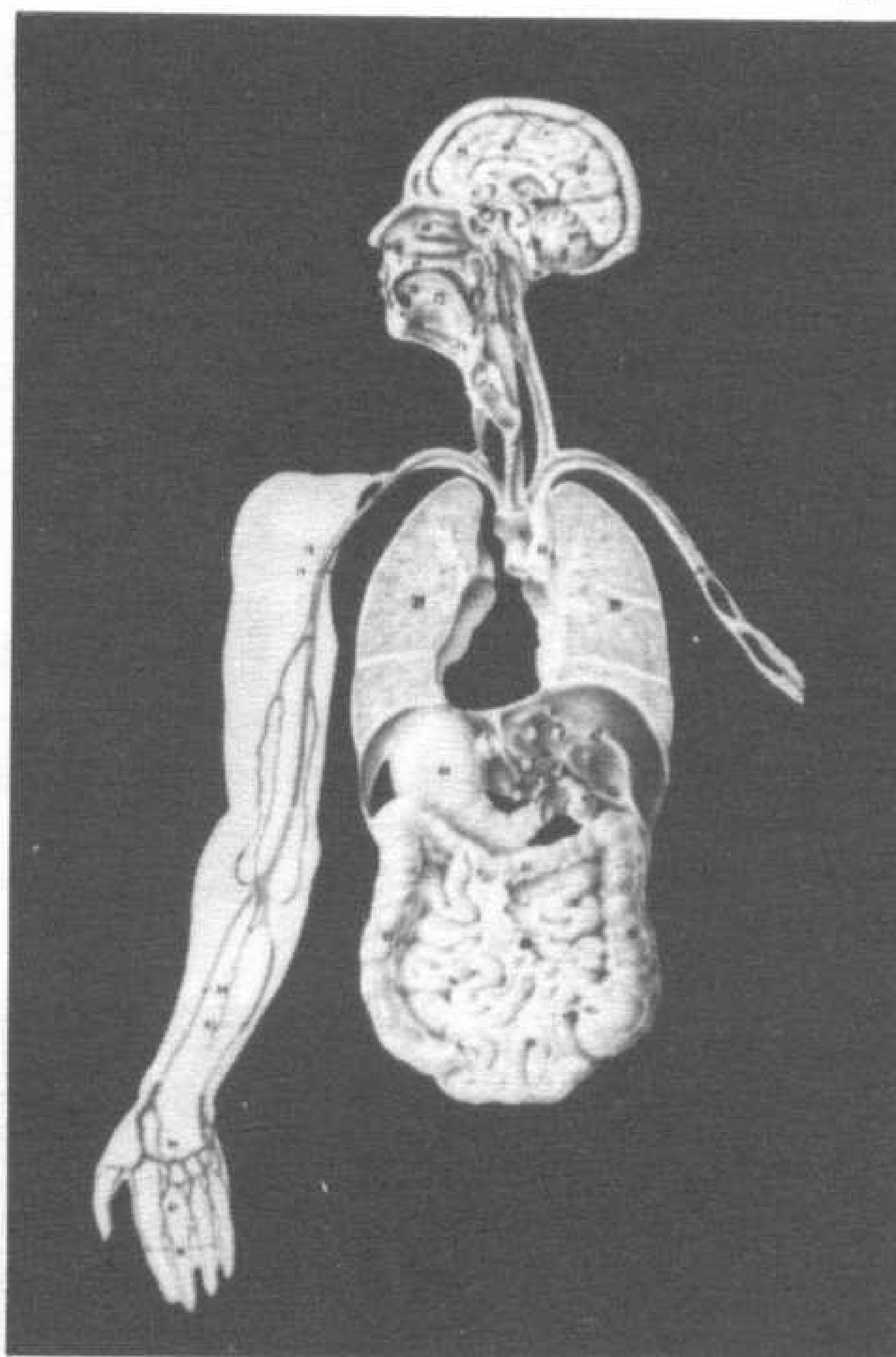
(De *Life: Cells, Organisms, Population* por E. O. Wilson y otros. Copyright © de Sinauer Associates. Inc. Dibujo de Sarah Landry.)



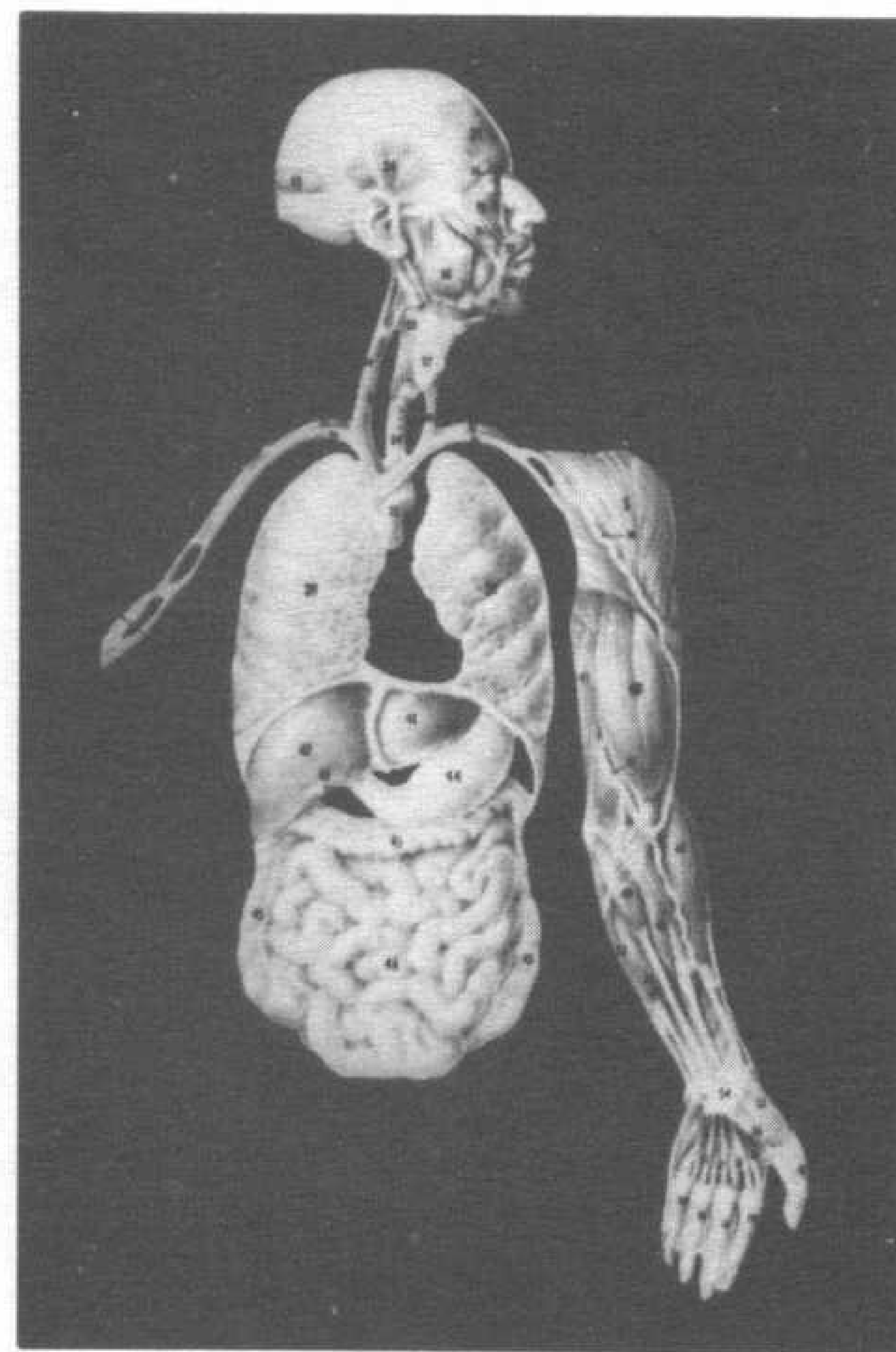
21



22

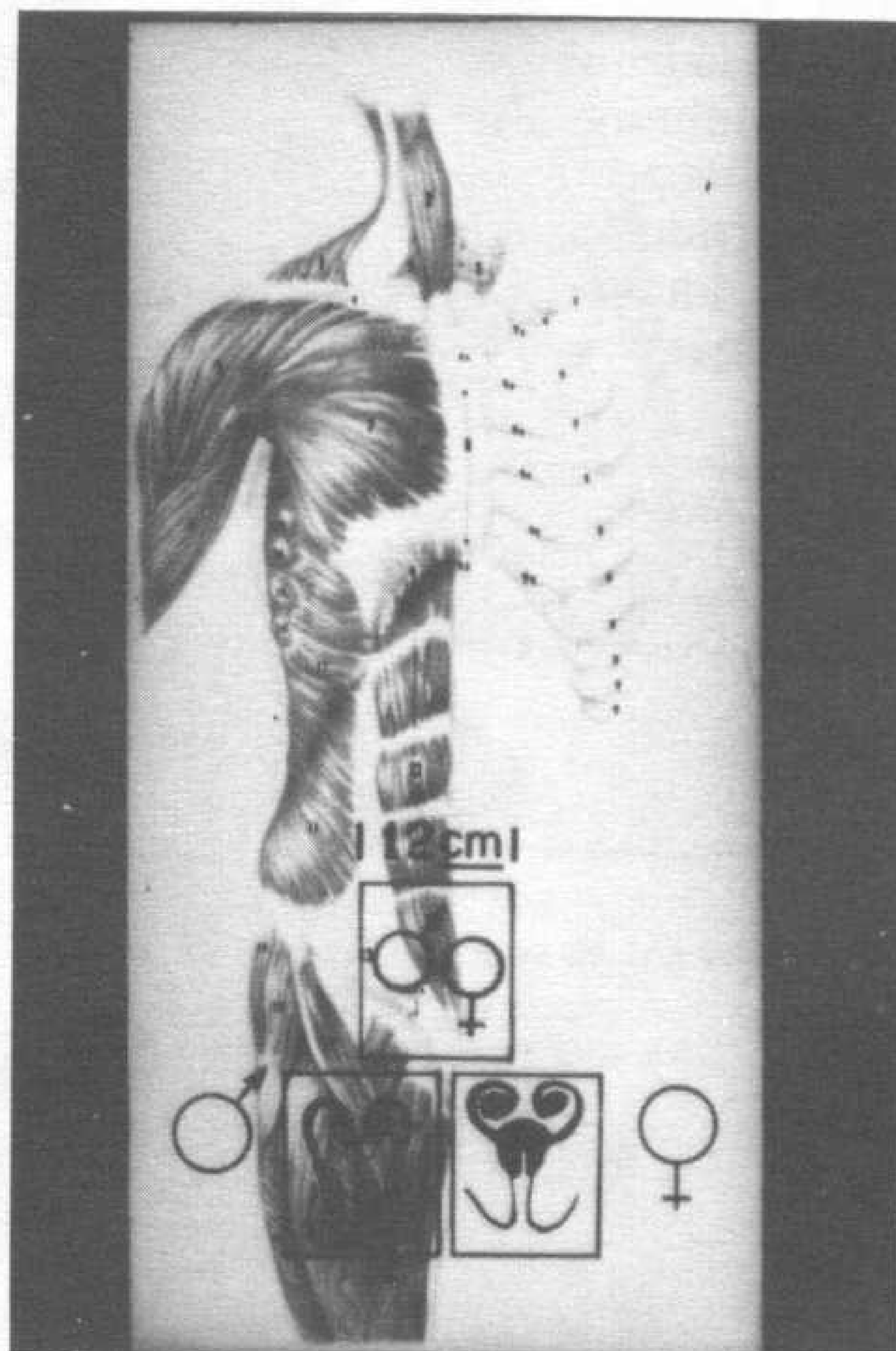


23

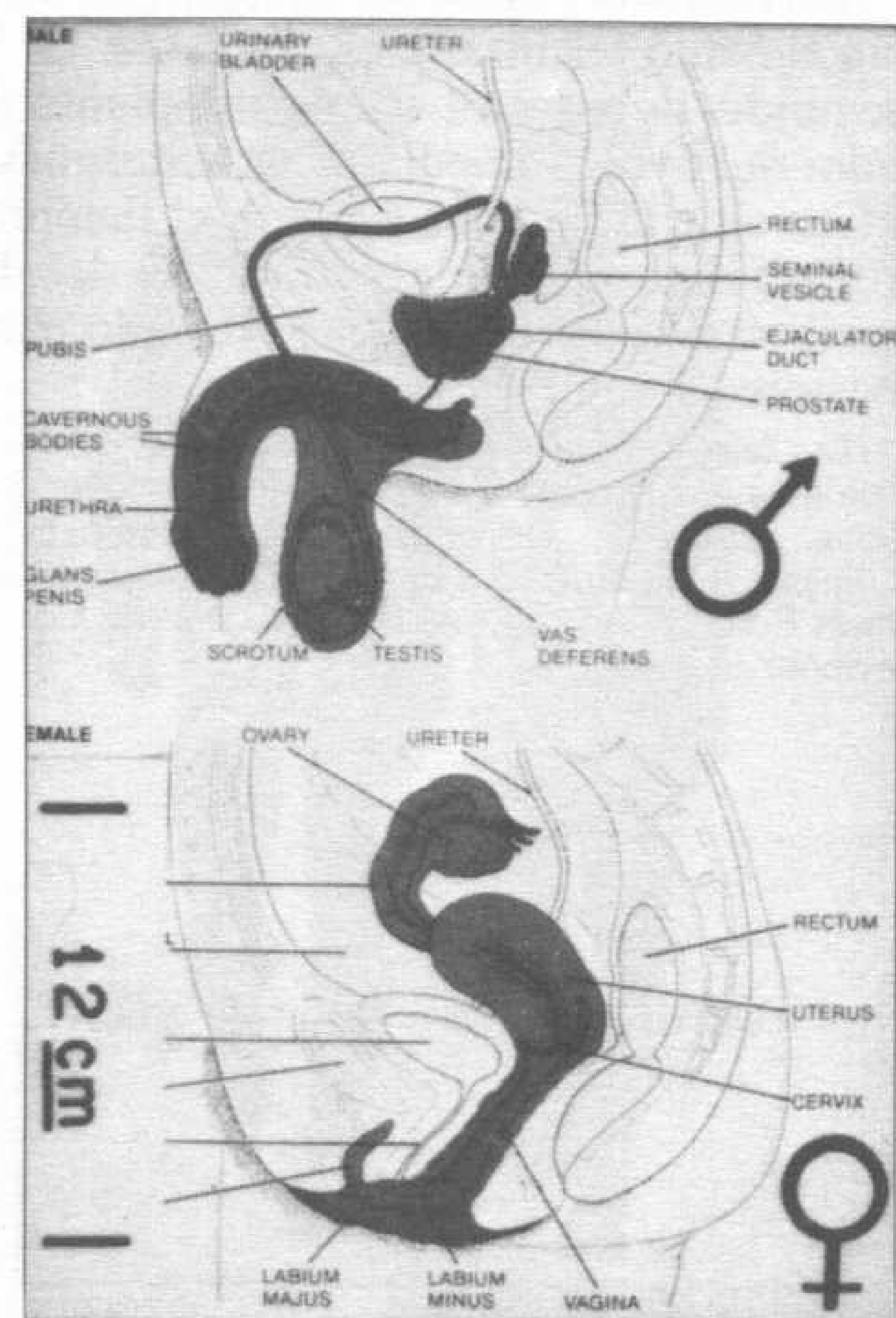




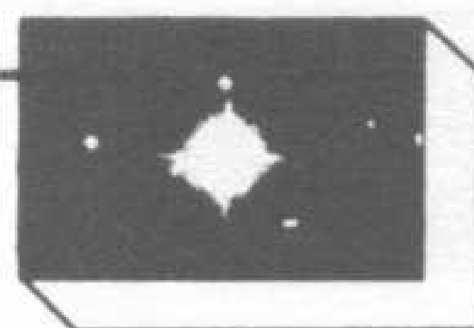
24



25



26



27 y 28. La concepción y su silueta

El médico y fotógrafo sueco Lennart Nilsson es famoso por sus bellas fotografías de las diversas etapas del desarrollo prenatal humano. Incluimos una fotografía de la concepción humana hecha por él, pero nos tomamos una pequeña libertad. Queríamos mostrar el tiempo que tarda en crecer un ser humano dentro de la matriz, pero comenzando desde el principio, desde el «segundo 0». La fotografía de Nilsson, realmente la más apropiada que pudimos encontrar, era de un esperma una fracción de segundo antes de alcanzar el óvulo. Decidí dibujar un espermatozoide en el momento justo de tocar el óvulo, para poder etiquetar de modo más exacto a esta figura con el «segundo 0».

Es la primera vez que usamos la silueta antes que la fotografía, y en ella indicamos, junto a «segundo 0», la medida del espermatozoide y el hecho de que el espermatozoide es masculino y el óvulo femenino.

(Las fotografías de la concepción y de la fertilización del óvulo están tomadas de la edición original *A Child Is Born* por Lennart Nilsson. Copyright © 1965 de Albert Bonniers Förlag, Estocolmo. Traducción inglesa copyright © 1966 de Dell Publishing Company, Inc. Fotografías de Lennart Nilsson para el libro *Ett Barn Blir Till* por Albert Bonniers Förlag AB, Estocolmo, 1976. Con permiso de Delacorte Press/Seymour Lawrence.)

29. Óvulo fertilizado

Estas dos fotografías, también de Lennart Nilsson, muestran el óvulo fertilizado en dos fases. La figura de la izquierda, «segundo-1» muestra el engrosamiento de la membrana alrededor del óvulo inmediatamente después de la concepción. En la figura de la derecha aparece el tiempo transcurrido hasta la primera división celular, alrededor de «43 200 segundos». Las membranas celulares se han realzado para hacer más claras las divisiones de la célula.

(Las fotografías de la concepción y del óvulo fertilizado están tomadas de la edición original de *A Child Is Born*. Copyright © 1965 de Albert Bonniers Förlag, Estocolmo. Traducción inglesa Copyright © 1966 de Dell Publishing Company, Inc. Fotografías de Lennart Nilsson para el libro *Ett Barn Blir Till* por Albert Bonniers Förlag AB, Estocolmo, 1976. Con permiso de Delacorte Press /Seymour Lawrence.)

27

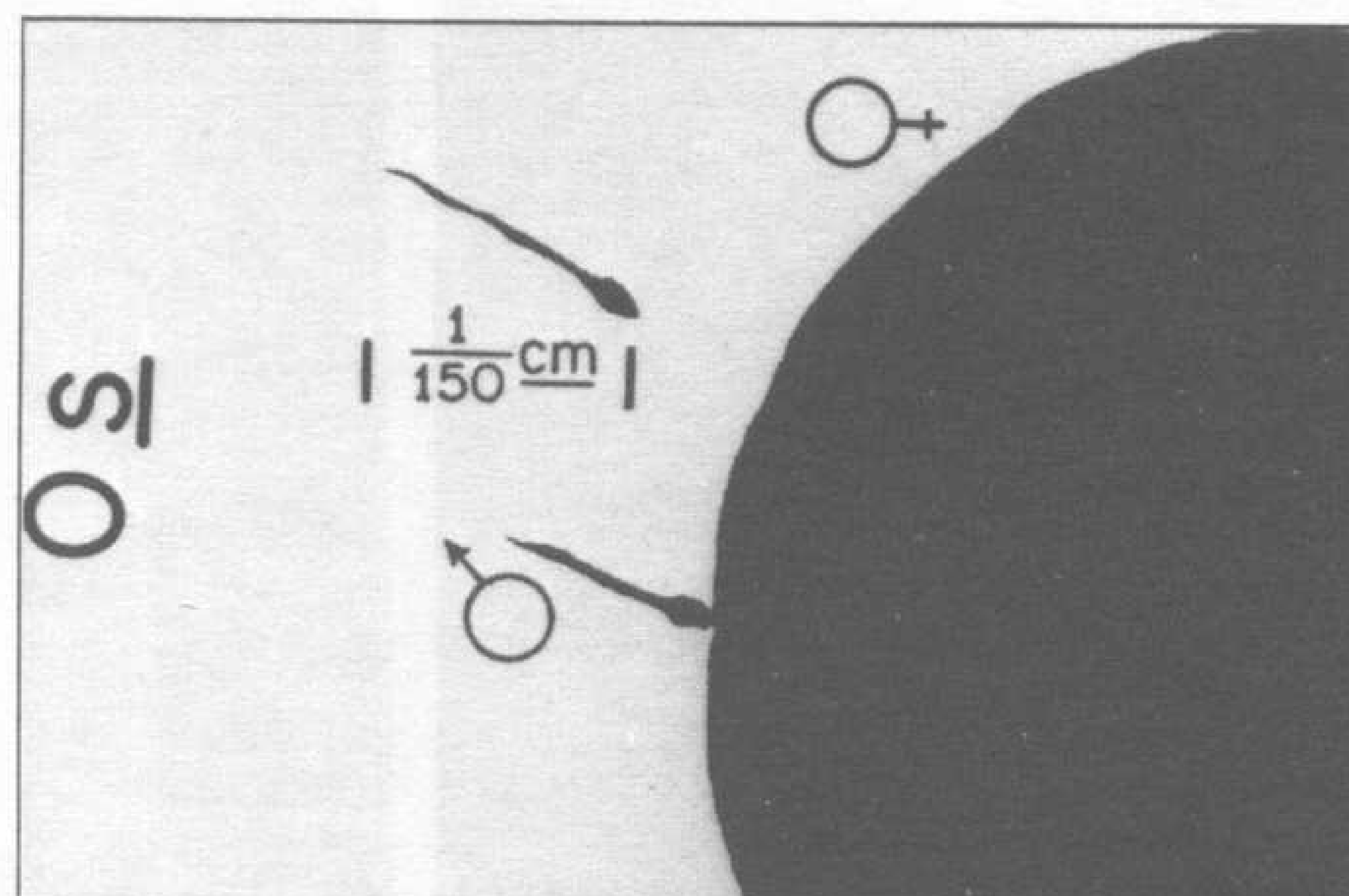
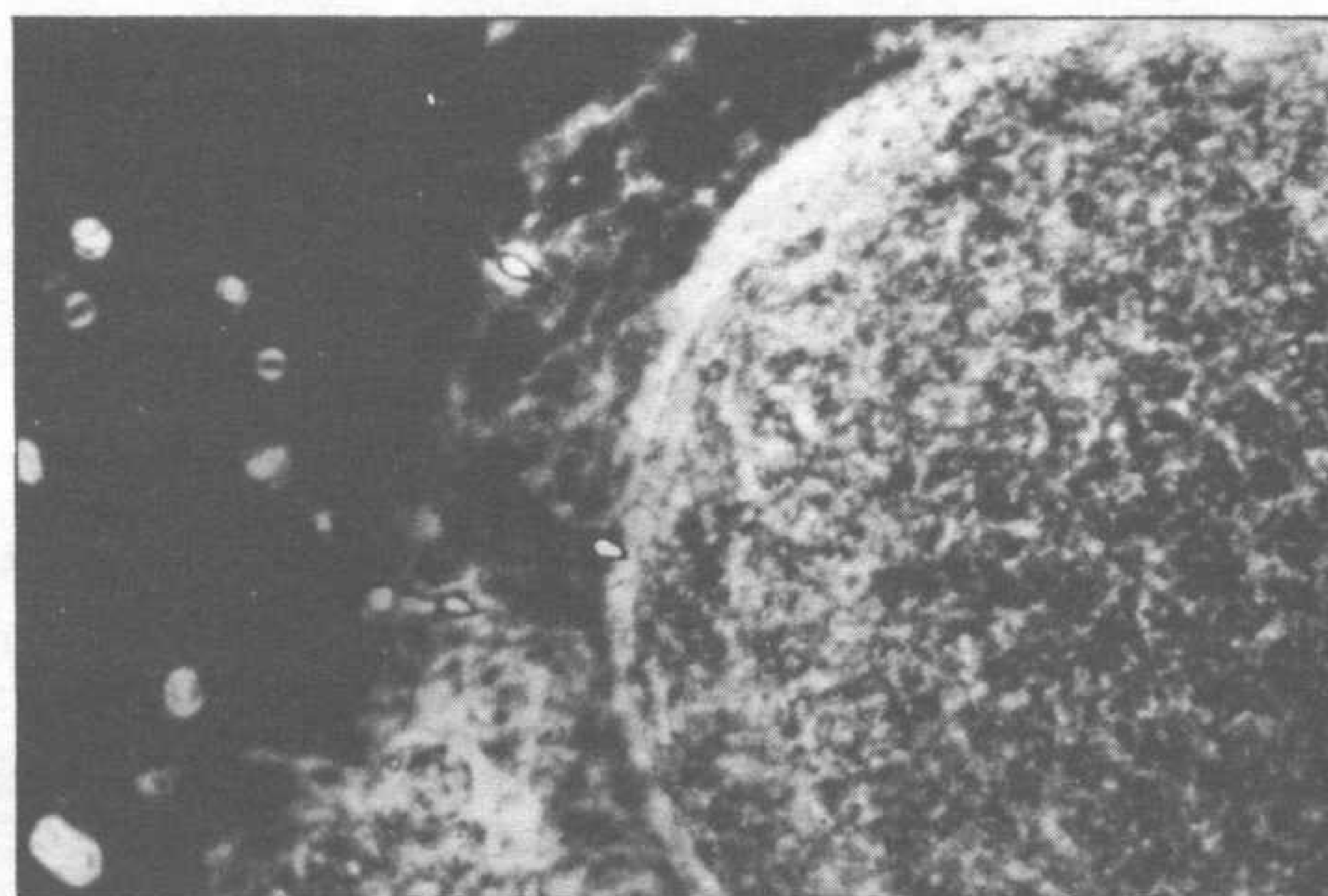
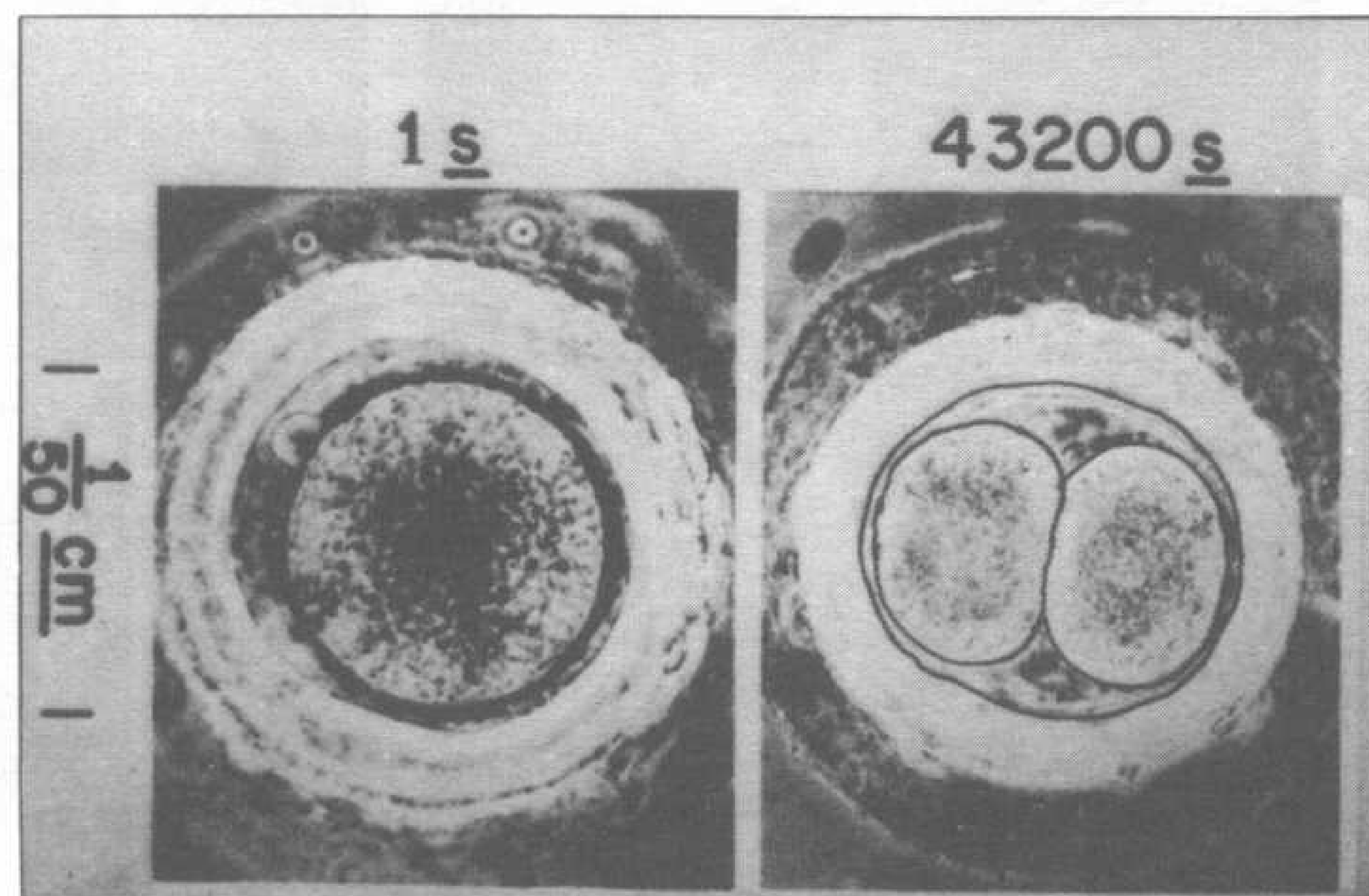


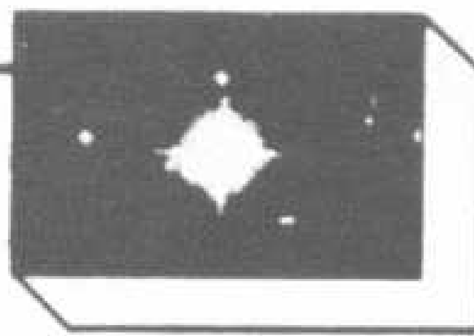
Diagrama de Jon Lomberg.

28



29





30 y 31. Feto y su silueta

La fotografía del doctor Frank Allan de la Universidad de George Washington muestra un feto al cabo de unos sesenta días de desarrollo. La silueta muestra un embrión de aproximadamente cuarenta días y la silueta de un feto de la misma edad que el feto de la fotografía. En la silueta está indicado el tiempo desde la concepción y también el tamaño del desarrollo del niño. Al principio pensamos utilizar la fotografía de un embrión y de un feto que coincidiera exactamente con la silueta, pero en el último momento problemas con el permiso nos obligaron a sustituir la figura del feto por otra diferente.

32. Silueta de varón y hembra

Éste es el mismo feto de la figura anterior en su posición dentro de la madre. Los símbolos masculino y femenino distinguen a la madre del padre, y se indica la estatura normal de los seres humanos. En este momento los receptores deberían hacerse ya una idea de la forma del cuerpo humano.

31



Foto de James Kencrick-Colección de la Universidad George Washington.

30

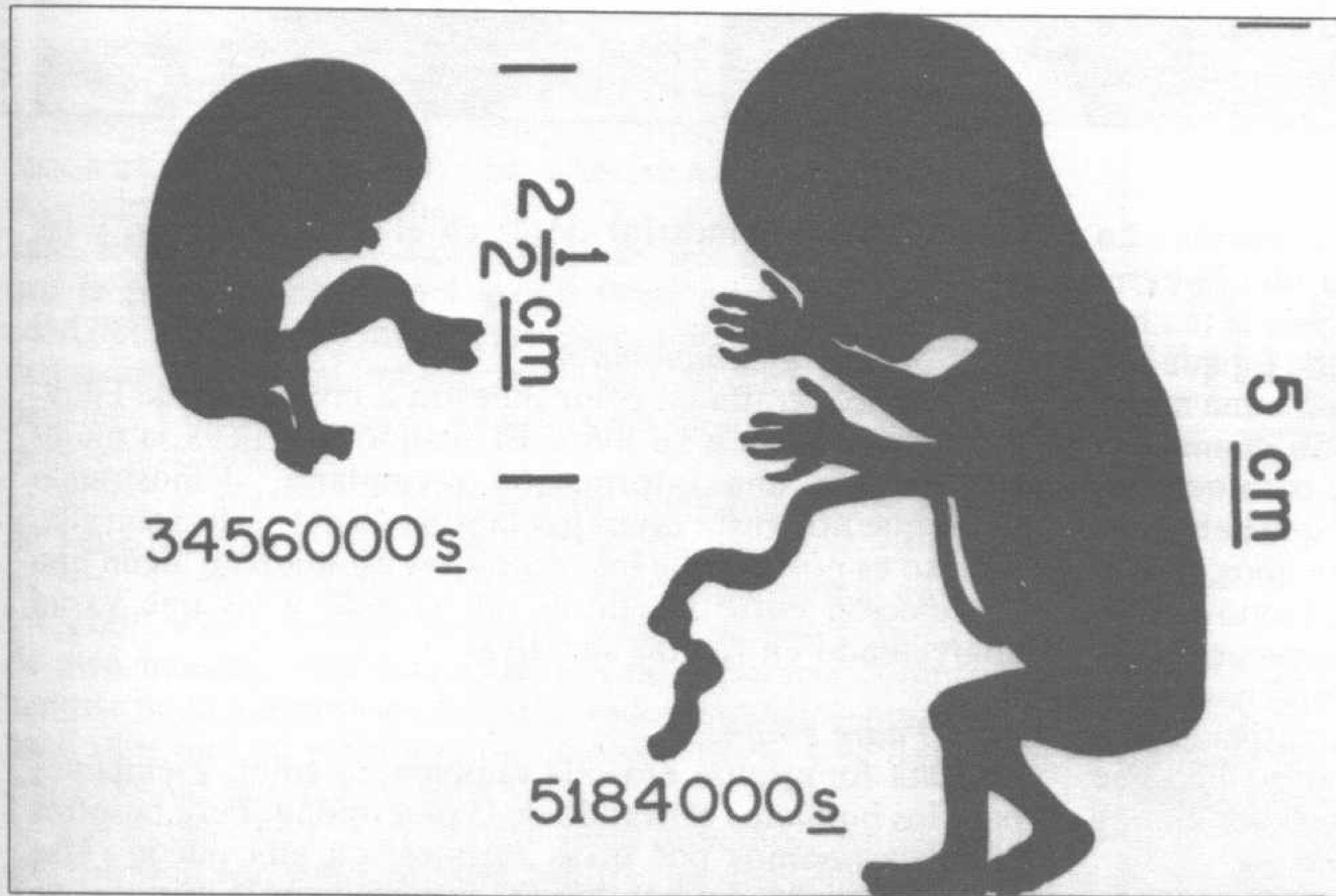


Diagrama de Jon Lomberg.

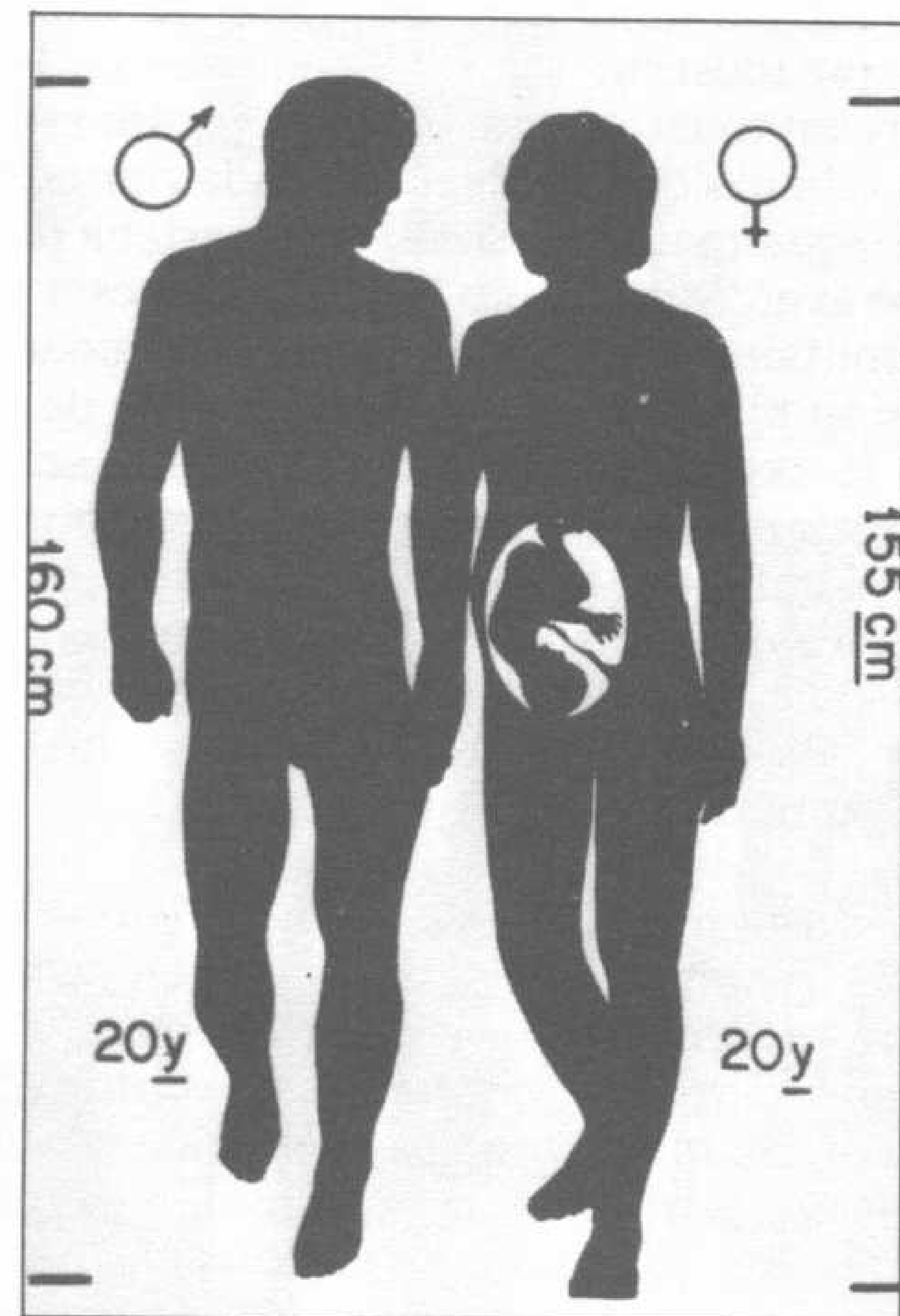
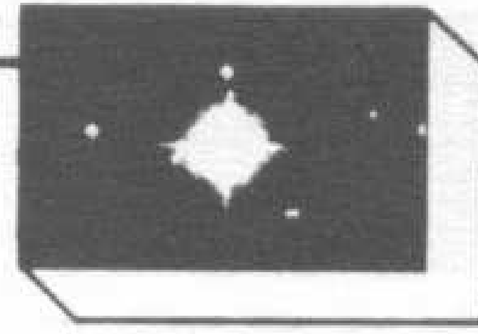


Diagrama de Jon Lomberg. 32



33



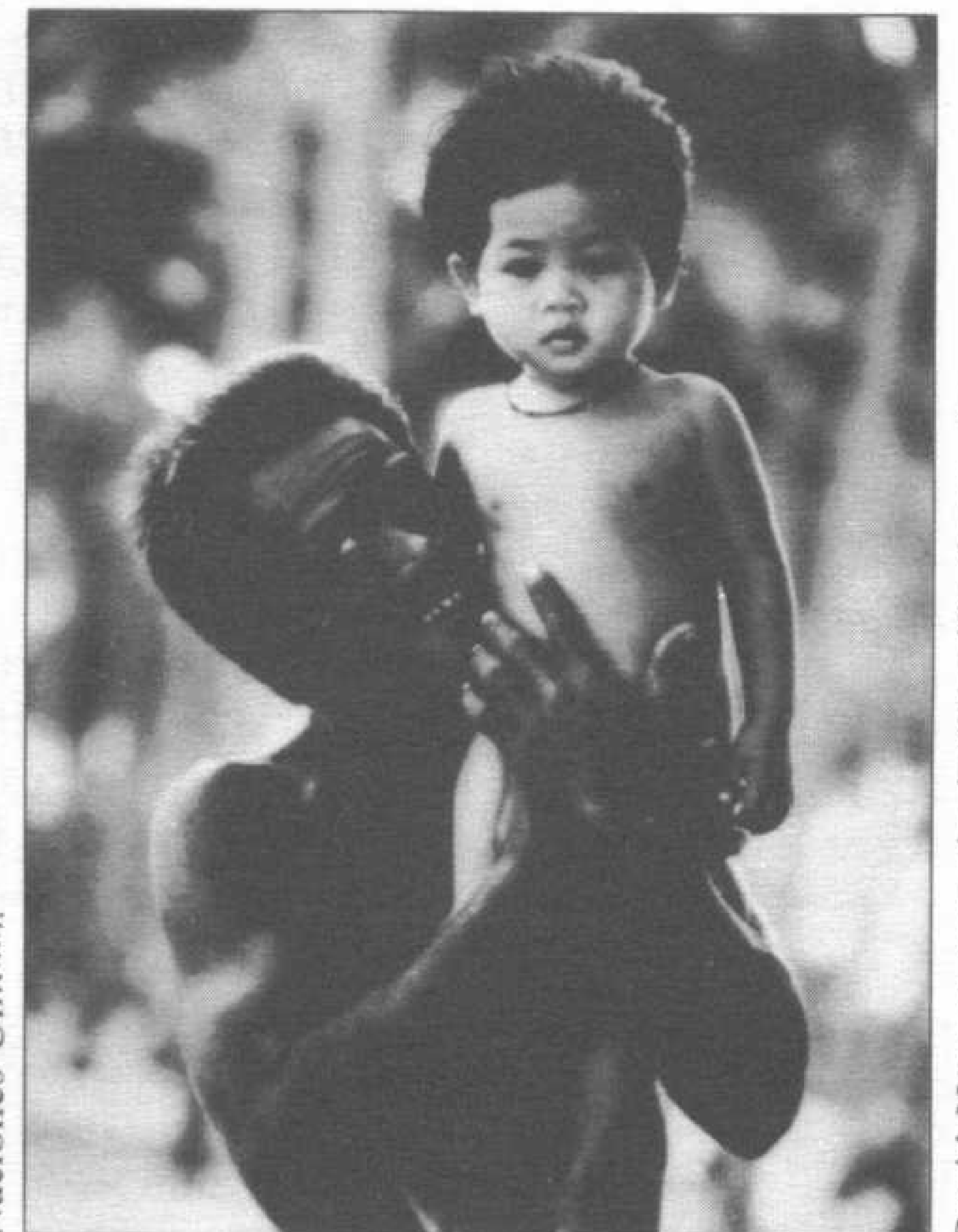
Wayne Miller/Magnum Photos.

34



Naciones Unidas.

35



David Harvey, tomada de Woodfin Camp, Inc.

33. Nacimiento

Esta fotografía está sacada de la famosa colección «La familia del hombre». Esperábamos encontrar una fotografía que mostrara a un niño saliendo realmente de la madre, pero en todas las que vimos la madre estaba tan tapada por las sábanas que no quedaba nada claro que fuera una mujer (ni siquiera una persona) quien estaba pariendo. Llamamos a Wayne Miller, que había hecho esta foto, para que nos permitiera usarla. No estaba en la ciudad, así que hablamos con su hijo que debía de tener cerca de veinte años. Cuando le explicamos de qué se trataba, se impresionó y dijo: «¿Queréis enviar esa foto al espacio, para siempre? ¿La fotografía del parto? ¡Pero si ése soy yo cuando nací! ¡Por supuesto que podéis usarla! Yo mismo os garantizo el permiso de mi padre.» Digamos también que el médico que ayudaba a dar a luz al joven Miller era el abuelo del niño, y el padre del fotógrafo.

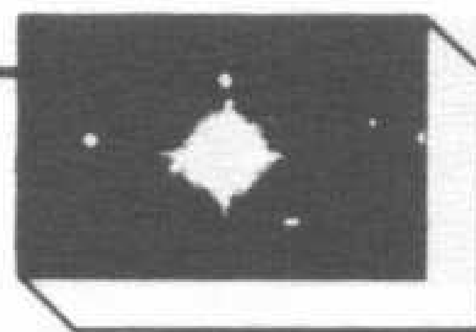
Hasta ahora la colección de figuras ha consistido sobre todo en información científica, en su mayoría diagramas para presentarnos a nosotros mismos. A partir de aquí, la mayor parte de las figuras serán fotografías, y aun cuando el criterio fundamental de selección continúa siendo su contenido informativo, la información es con frecuencia cultural, y diferentes tipos de información pueden aparecer en la misma fotografía. Por ejemplo, las dos figuras que siguen a la del nacimiento muestran cada una un padre y un hijo. Queríamos dar una idea de la relación padre-hijo. Y también queríamos mostrar de cerca el rostro humano y las manos.

34. Madre amamantando

Esta fotografía en color muestra a una mujer de Filipinas alimentando a su niño. El vestido que lleva la mujer proporciona una información secundaria, demostrando quizá que nos gusta estampar la ropa y adornarnos con ella. Incluso es posible que los receptores establezcan algún tipo de relación entre las flores del vestido y las que vayan apareciendo en figuras sucesivas.

35. Padre e hijo

Esta fotografía, enviada también en color, ejemplifica para los humanos el orgullo de la paternidad. Pero nosotros la seleccionamos por otras razones; en ella puede verse *todo*: las orejas del hombre (es pasmoso ver la cantidad de fotografías que no muestran las orejas) y los dientes (lo mismo pasa con los dientes), también los dedos de los pies del niño. Los ojos del hombre miran directamente a su hijo (que por cierto es una niña), mientras que éste mira a la cámara, una pista que, junto con las de otras figuras, puede sugerir que los ojos son órganos de visión. Aparece claramente su posible movimiento. Los músculos de los brazos del hombre están bien dibujados. Los tonos de la piel se distinguen perfectamente. Y es, por añadidura, una fotografía bonita y con una buena composición.



36. Grupo de niños

Al principio, cuando la colección de figuras iba a contener solamente media docena de fotografías, alguien propuso mostrar un grupo de distintas razas y culturas haciendo algo juntas. La idea desembocó finalmente en esta fotografía en color y en las de los números 72 y 74. Ruby Mera, un fotógrafo que trabajaba para la UNICEF, hizo esta fotografía en la Escuela Internacional de las Naciones Unidas, una escuela para los hijos de los delegados en Nueva York. La figura, además de mostrar a seres humanos sentados en círculo, presenta toda una gama de tipos raciales y de naciones; el círculo es una disposición casi arquetípica de un grupo de gente. Se ilustran además diversas formas de sentarse y de arrodillarse, así como distintas posiciones de las manos y de los brazos. Esta imagen de los cuerpos humanos siguiendo una rotación de 360° dará a los receptores una buena idea del volumen que la forma humana ocupa en el espacio.

37 y 38. Retrato de familia y su silueta

Esta fotografía de una familia del Oeste americano proviene también de la colección «La familia del hombre». Cinco generaciones de la familia están presentes, con una sexta generación en los retratos de las paredes (una de las pinturas es la del padre de la mujer más vieja). La silueta da el peso y la edad estimados de algunos miembros del grupo, implicando que la persona mayor del grupo tiene aproximadamente la edad del ser humano más viejo. Esperamos que los receptores deduzcan que les estamos diciendo cuánto dura la vida de una persona, y que si existiese una persona de mil años de edad se la enseñaríamos.

Mientras estaba en Nueva York consiguiendo el permiso de Time/Life para utilizar esta fotografía, apareció en la oficina Nina Leen, su autora. Le conté que queríamos enviar su fotografía a las estrellas, para que la contemplasen quizá seres de otro mundo. Ella estuvo conforme y parecía complacida aunque nada impresionada. «De todos modos —me dijo—, hace años que yo estoy en contacto con Ellos, y sé que están contentos de que hagáis esto.»

Las figuras 32 a 38 presentan seres humanos. Antes de dar más información sobre nuestra cultura, les ofrecemos una imagen más detallada de nuestro planeta: sus paisajes, sus océanos y su biología.

36



Foto de Ruby Mera, UNICEF.

37

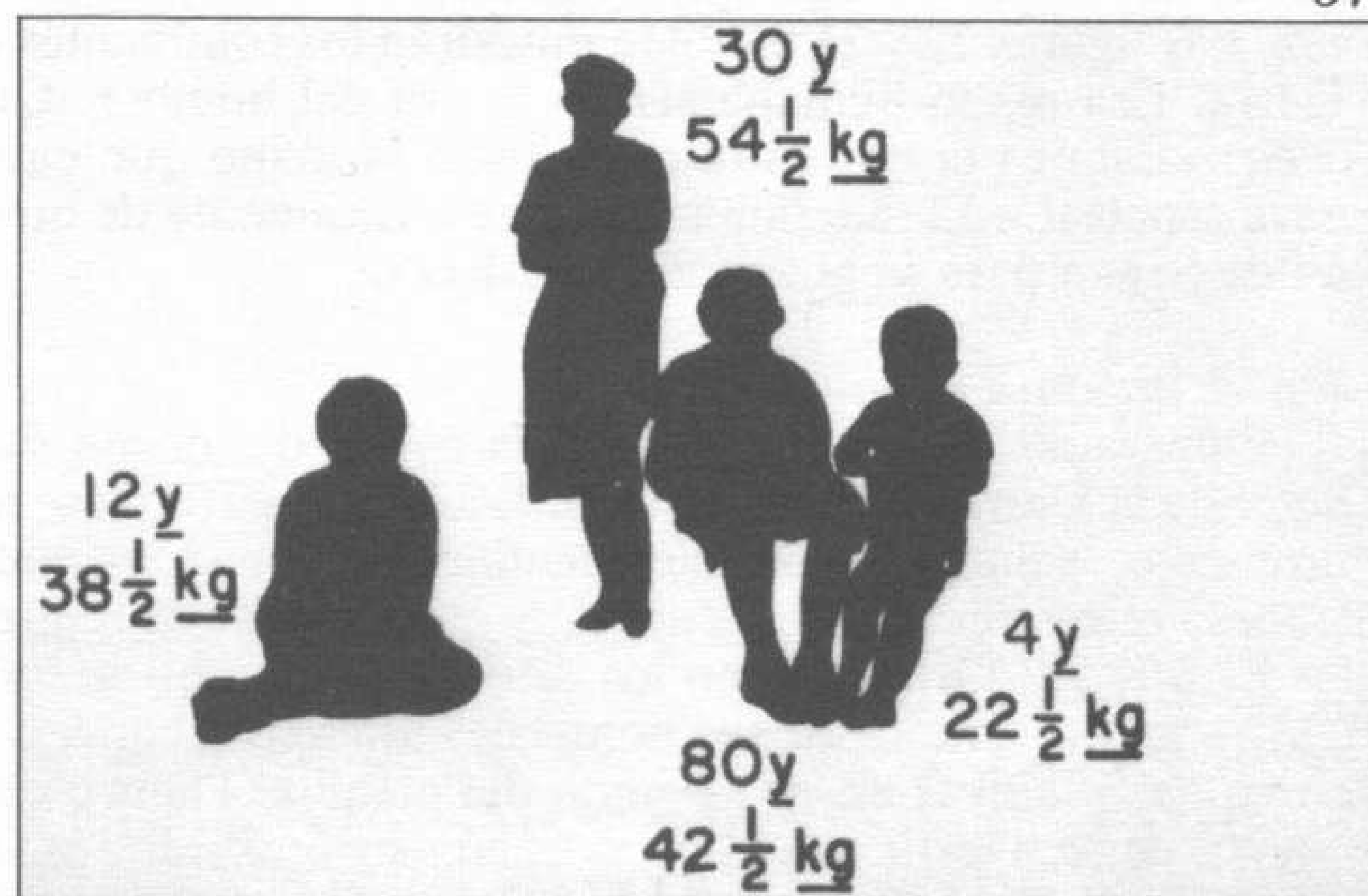
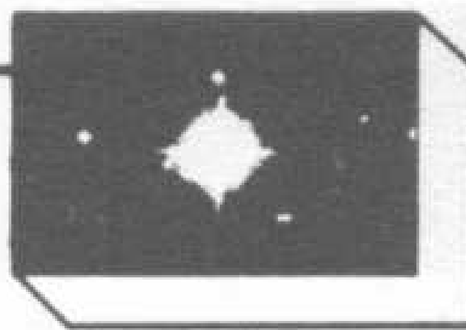


Diagrama de Jon Lomberg.

38



Nina Leen, *Life,* copyright 1947 Time, Inc.



39. Diagrama de la deriva de los continentes

La emergencia y posterior destrucción de grandes bloques de la Tierra por el procedimiento denominado tectónica de placas es un descubrimiento geológico relativamente reciente. Sus repercusiones en la meteorología, la geología y la evolución de la vida aún no se conocen del todo, pero parece que ha sido un factor importantísimo en la historia de nuestro planeta, y quizá también en la historia de otros planetas de la galaxia. No hay duda que revela algo sobre la estructura de la Tierra. En este diagrama aparece Pangea, el primer continente tal como era hace tres mil millones de años. La escala del tiempo se inicia en el momento de la formación de la Tierra, por tanto el tiempo en la actualidad es cuatro mil quinientos millones de años desde que la Tierra se formó, y esto ofrece una pista importante con respecto al fenómeno de que estamos hablando; si nos referimos a miles de millones de años por fuerza hablamos de algo que es geológico y astronómico a la vez. Las figuras 12 y 74 también muestran los continentes de la Tierra. Esa mano humana señala la era del hombre. Quiere decir: «Ésta es la era en la que existió la mano que envió la nave espacial.» El diagrama proviene básicamente de un diseño de Sagan para la placa del LAGEOS.

40. Estructura de la Tierra

Preparamos este diagrama con la ayuda del doctor Steven Soter de la Universidad de Cornell. La Tierra aparece esquemáticamente, aunque es posible identificarla por el diámetro y la masa terrestres marcados abajo, y que también se repiten en las figuras 5 y 12. Aparecen los catorce elementos más abundantes identificados por sus números atómicos y con sus proporciones relativas en el conjunto del planeta. Dentro del esquema de la Tierra se indica la composición de las regiones interiores del planeta, llamadas núcleo y manto, con la abundancia atómica relativa.

Las figuras 41 a 45 muestran algunos paisajes típicos.

41. Isla de Herón

Es una isla situada a lo largo de la Gran Barrera Australiana. En el agua se pueden ver formaciones coralinas. Empezamos con escenas del océano para sugerir que el agua domina la superficie de la Tierra.

39

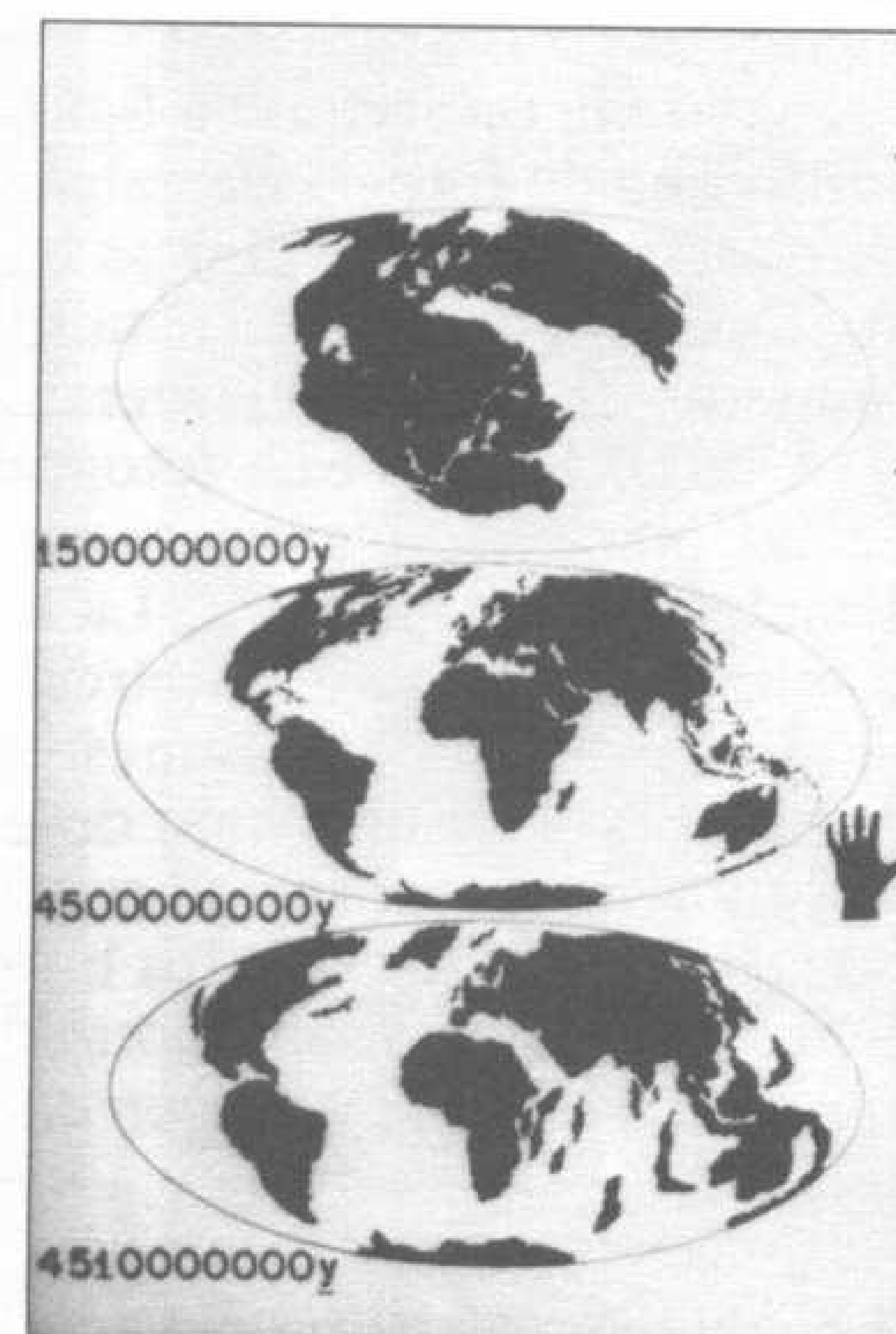


Diagrama de Jon Lomberg.

40

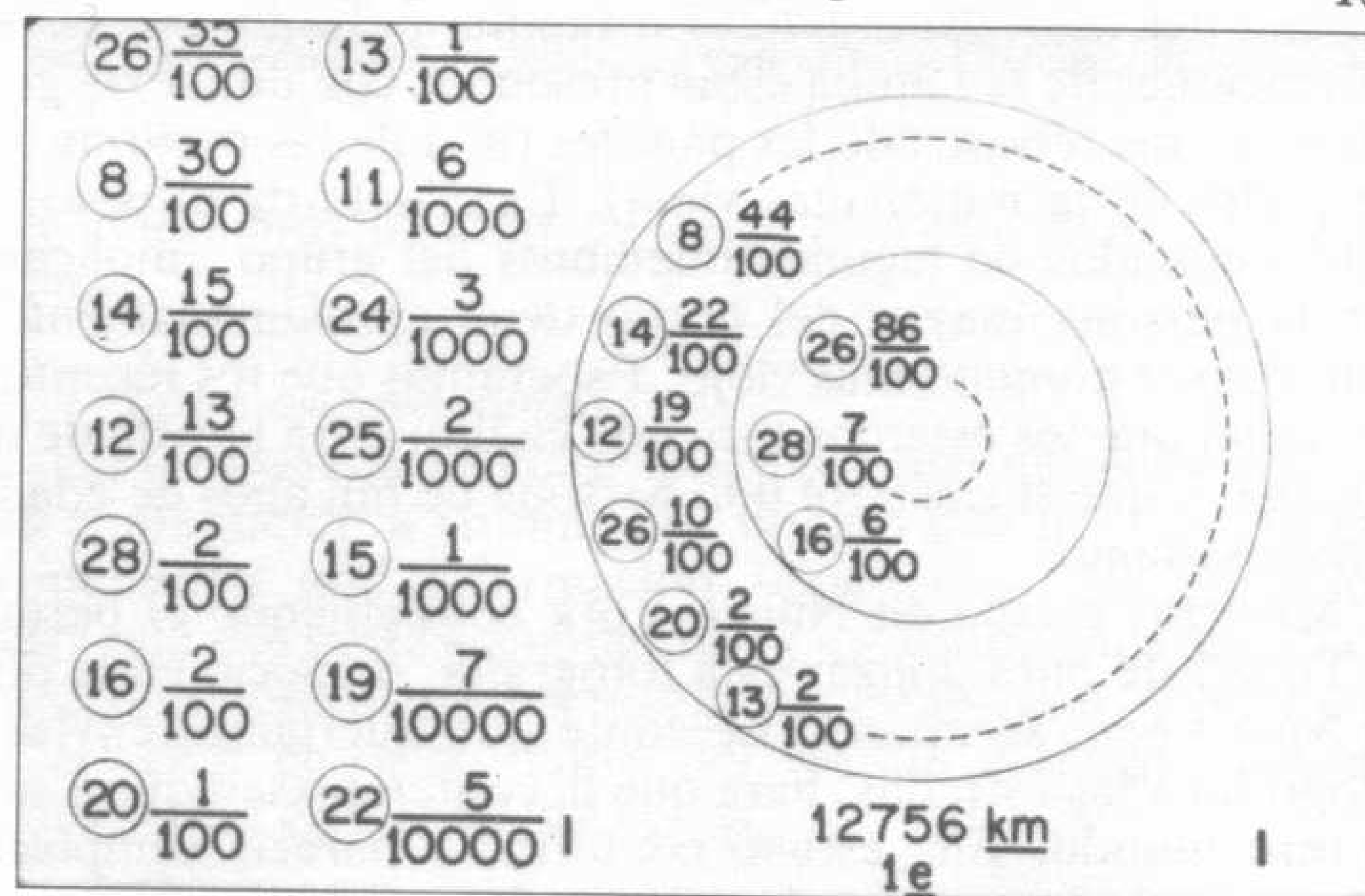
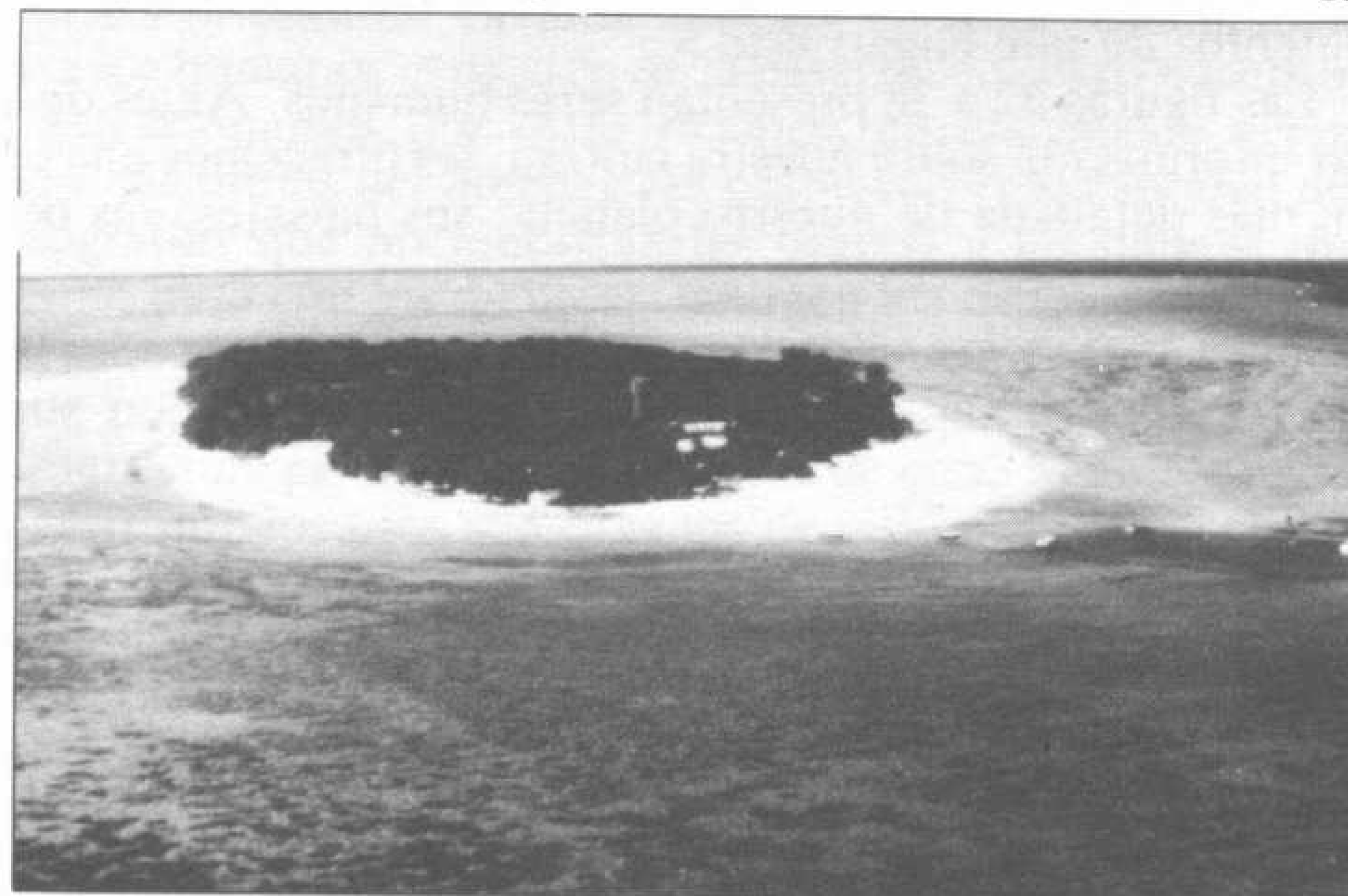
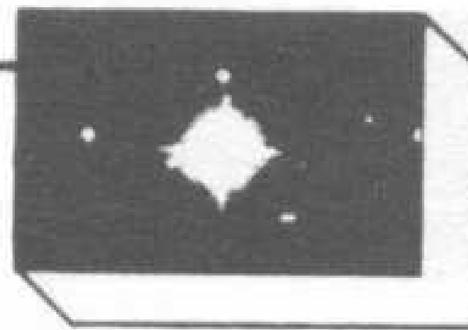


Diagrama de Jon Lomberg.

41



Cedida por Jay M. Pasachoff, Williams College, Williamstown, Mass.

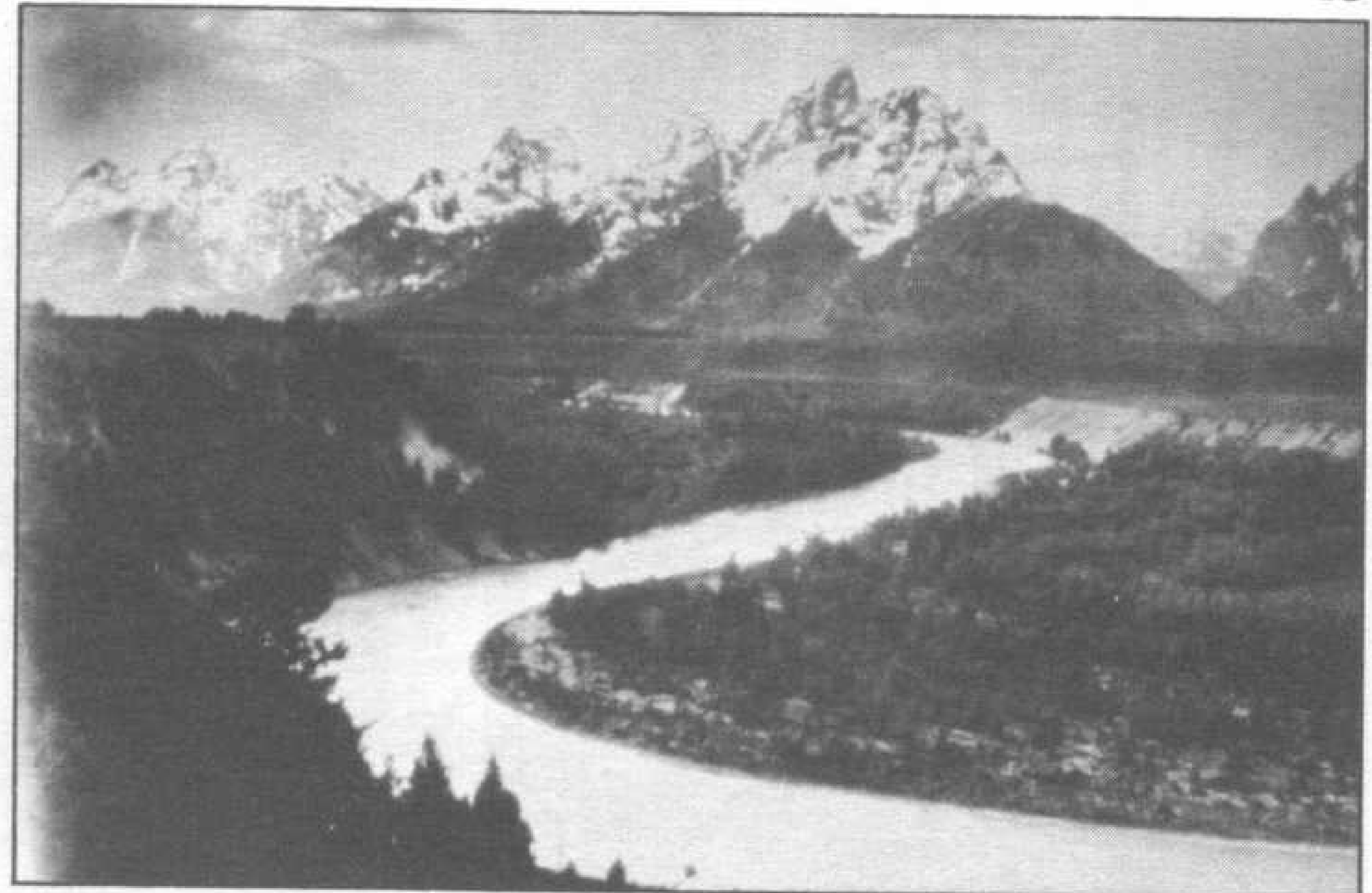


42



Dick Smith.

43

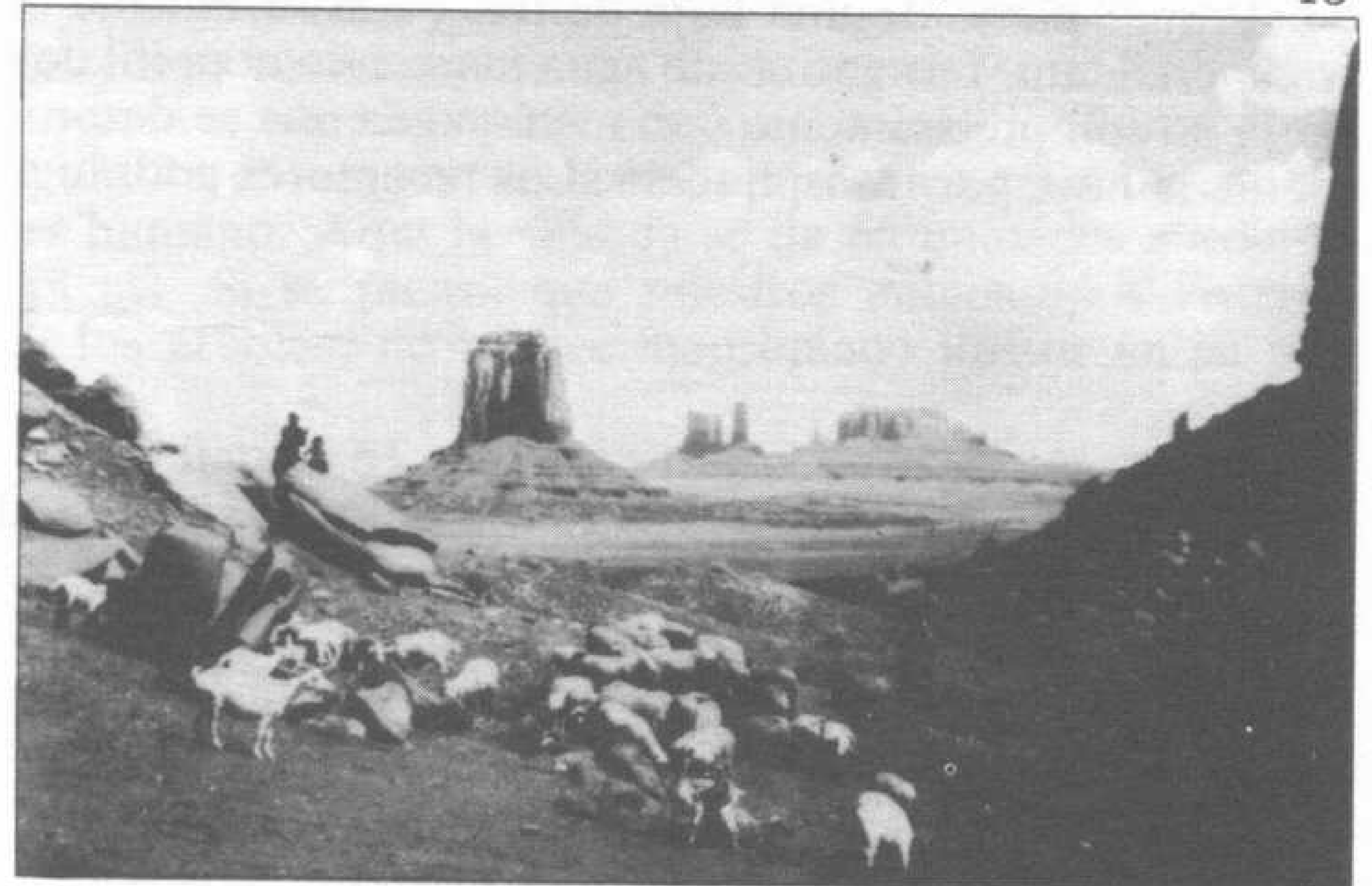


44



George F. Mobley, © National Geographic Society.

45



Ray Manley, Shostal Associates.

42. Costa marítima

Se trata del Cabo Nedick en el estado del Maine (EE.UU.). Las olas rompen contra los acantilados rocosos. El cielo está lleno de nubecillas; esto demuestra que existen rocas sólidas y que existen vientos.

43. El río de la Serpiente y los Grand Tetons

Esta fotografía asombrosa de Ansel Adams en la que aparecen montañas, un río y bosques demuestra la existencia de la actividad tectónica en nuestro continente.

(Fotografía de Ansel Adams: *The Tetons and the Snake River, Grand Teton National Park*, Wyoming, 1942.)

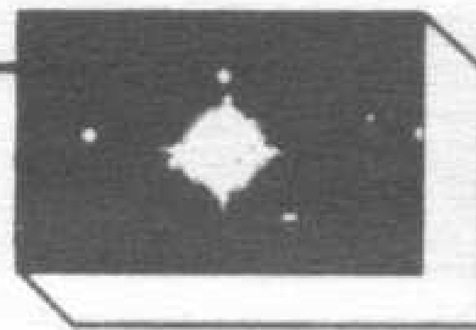
44. Dunas arenosas

Contiene mucha información sobre los procesos eólicos y mecánicos de transporte de arenas en las regiones áridas. Un jinete y un perro dejan sus huellas en la arena. Temimos que el jinete pudiera confundirse con los centauros, pero figuras posteriores aclaran que tenemos animales como los caballos y que nos montamos sobre ellos.

45. Valle Monument

Un ejemplo en color de la áspera geología del sudoeste americano. Las columnas volcánicas erosionadas deberían ser de interés para los receptores, así como la presencia de personas con sus rebaños de ovejas.

Las figuras 46 a 50 muestran tipos de vegetación en distintas estaciones del año.

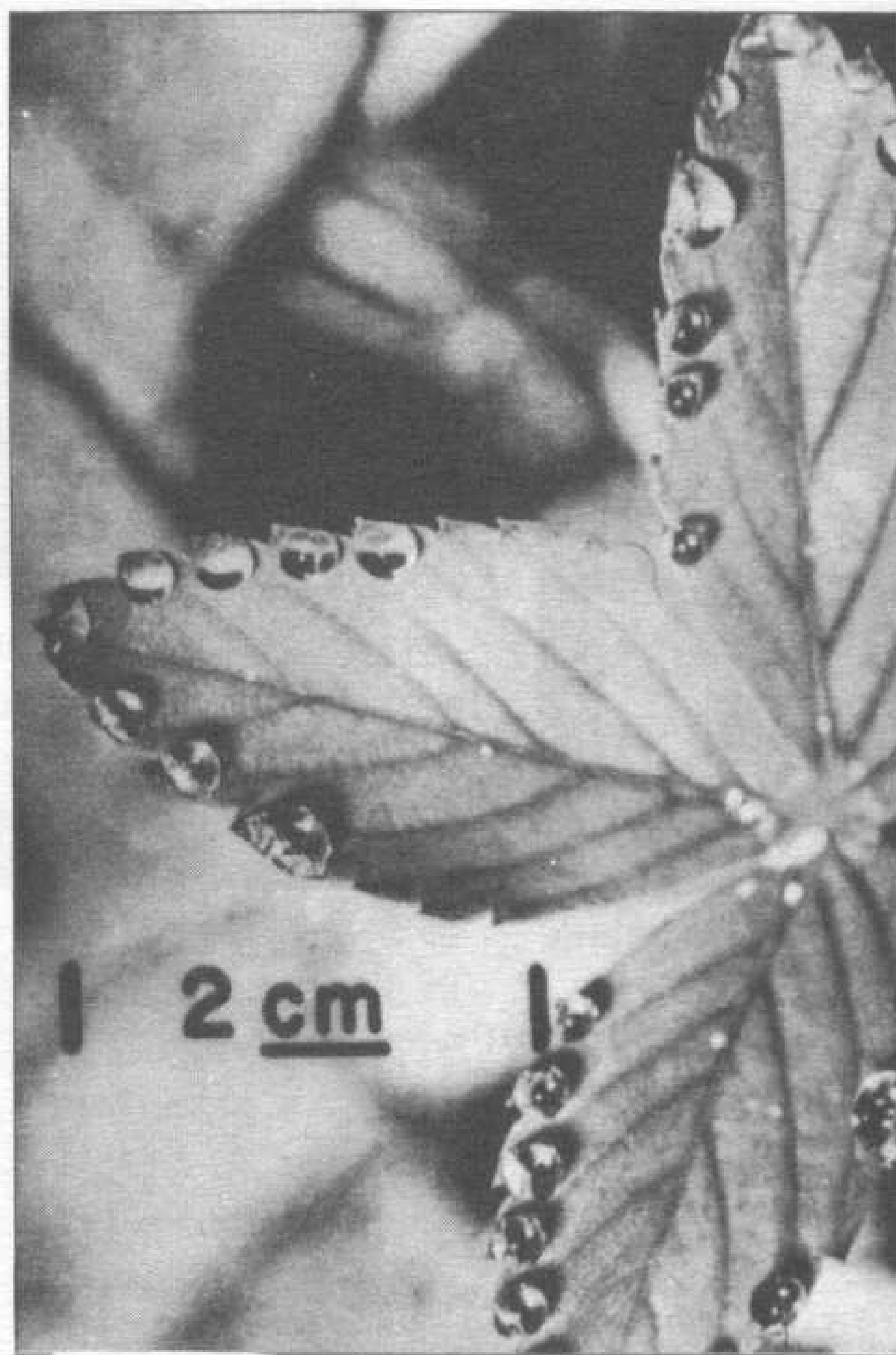


46



Bruce Dale, © National Geographic Society.

47



J. Arthur Herrick.

48



Joddi Cobb, © National Geographic Society.

46. Escena forestal con setas

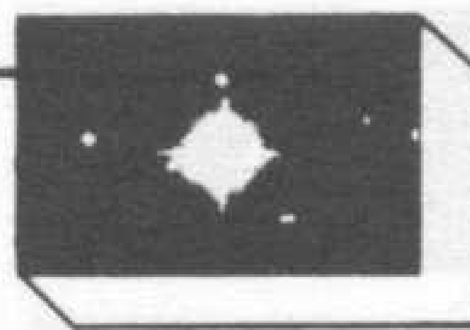
Troncos de árboles, una vegetación secundaria de arbustos y de matorrales, y setas, en color. Da una idea del ambiente del bosque. Si uno jamás ha visto un planeta e intenta construirlo, es difícil que pueda imaginarse algo parecido a un árbol.

47. Hoja

Primer plano de una hoja de fresa con su tamaño correspondiente. Las gotitas de agua marcando el perfil de la hoja no son precisamente rocío, sino agua que se desprende de la hoja por transpiración. Los receptores podrán reconocer este objeto como un productor biológico de alimentos.

48. Hojas caídas

La vegetación de los árboles ha caído, y un ser humano parece dedicado a recogerla o a barrerla. Esta fotografía fue enviada en color, y el cambio de color de las hojas caídas en relación al verde de las hojas de otros árboles podría indicar a los receptores la naturaleza caduca de este árbol, y quizá les sugiera la posible existencia de distintos tipos de pigmentos fotosintéticos.



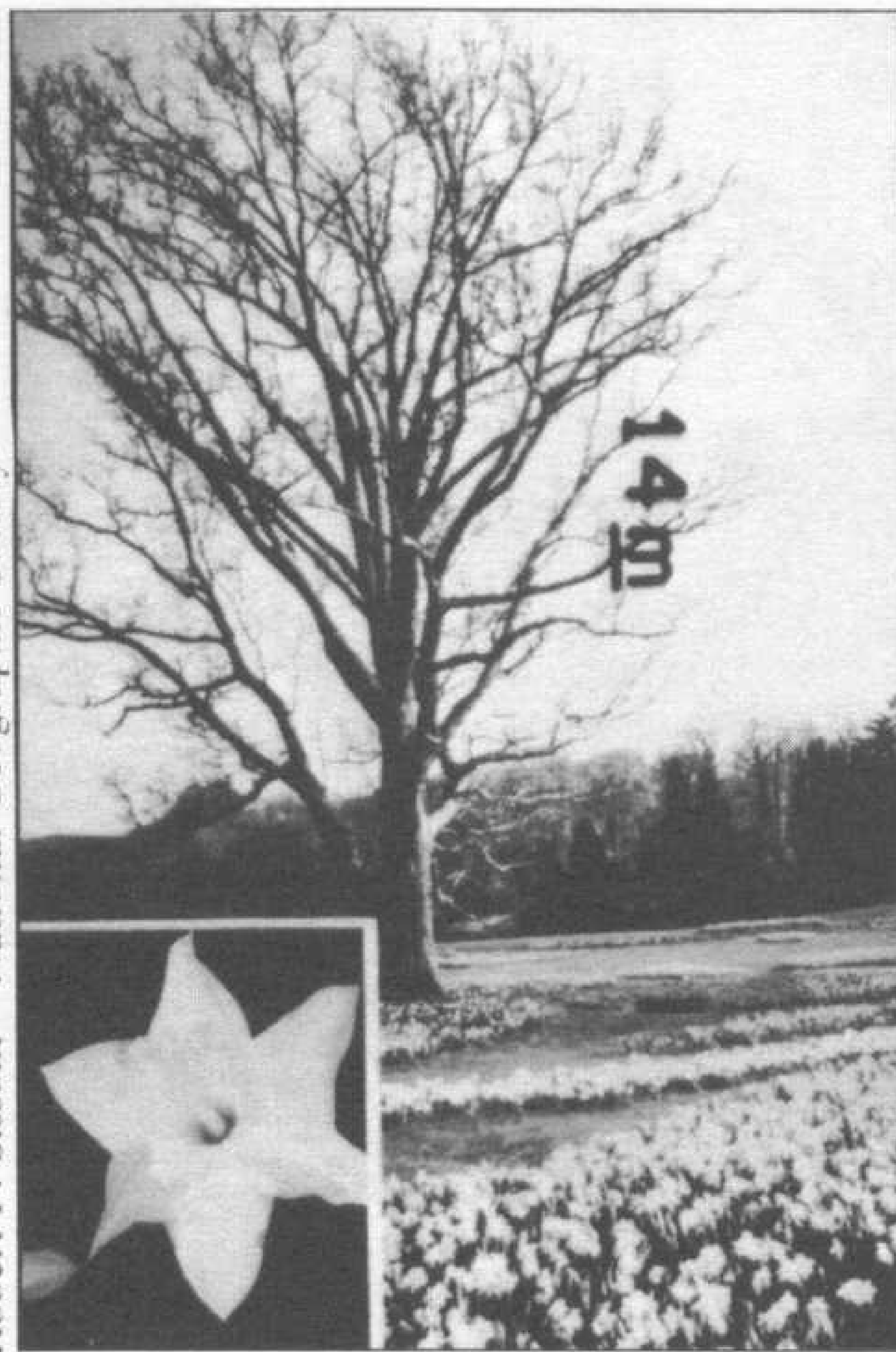
49



Foto de Josef Munch.

49a

50



Robert F. Sisson. © National Geographic Society.

Cedida por el Museo Henry Francis du Pont de Winterthur.

50a

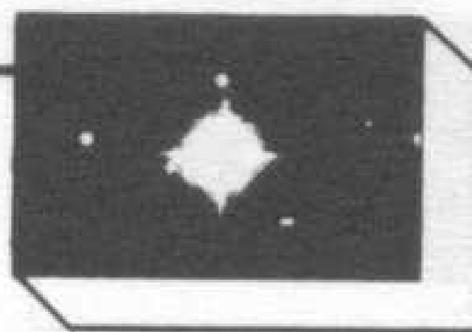
49 y 49 a. Secoya y copo de nieve

A veces pudimos realizar una composición fotográfica incluyendo dos fotografías en una misma figura para mostrar la conexión entre las diferentes fotografías. He aquí un ejemplo en color: los grandes árboles de secoya están cubiertos de nieve, y hemos añadido la fotografía de un copo de nieve en el recuadro inferior derecho. La estructura cristalina hexagonal del agua podría resultar familiar para los extraterrestres al igual que el aspecto de los planetas desde el espacio. El agua es una sustancia común en toda la galaxia, y por lo tanto su forma cristalina debería ser sabida y reconocida. Uno podría imaginar incluso que los copos de nieve —todos iguales y todos también diferentes— son considerados como objetos bellos por los seres que pisan los mundos nevados de otras estrellas. Este dato incluido en la fotografía no sólo identifica la sustancia blanca que cubre los árboles, sino que también vuelve a insistir en la presencia de agua en la Tierra. Las pequeñas figuras humanas señalan el tamaño de los árboles. La fotografía también demuestra que las cosas viven de modo natural en aquellos lugares donde las temperaturas caen por debajo del punto de congelación.

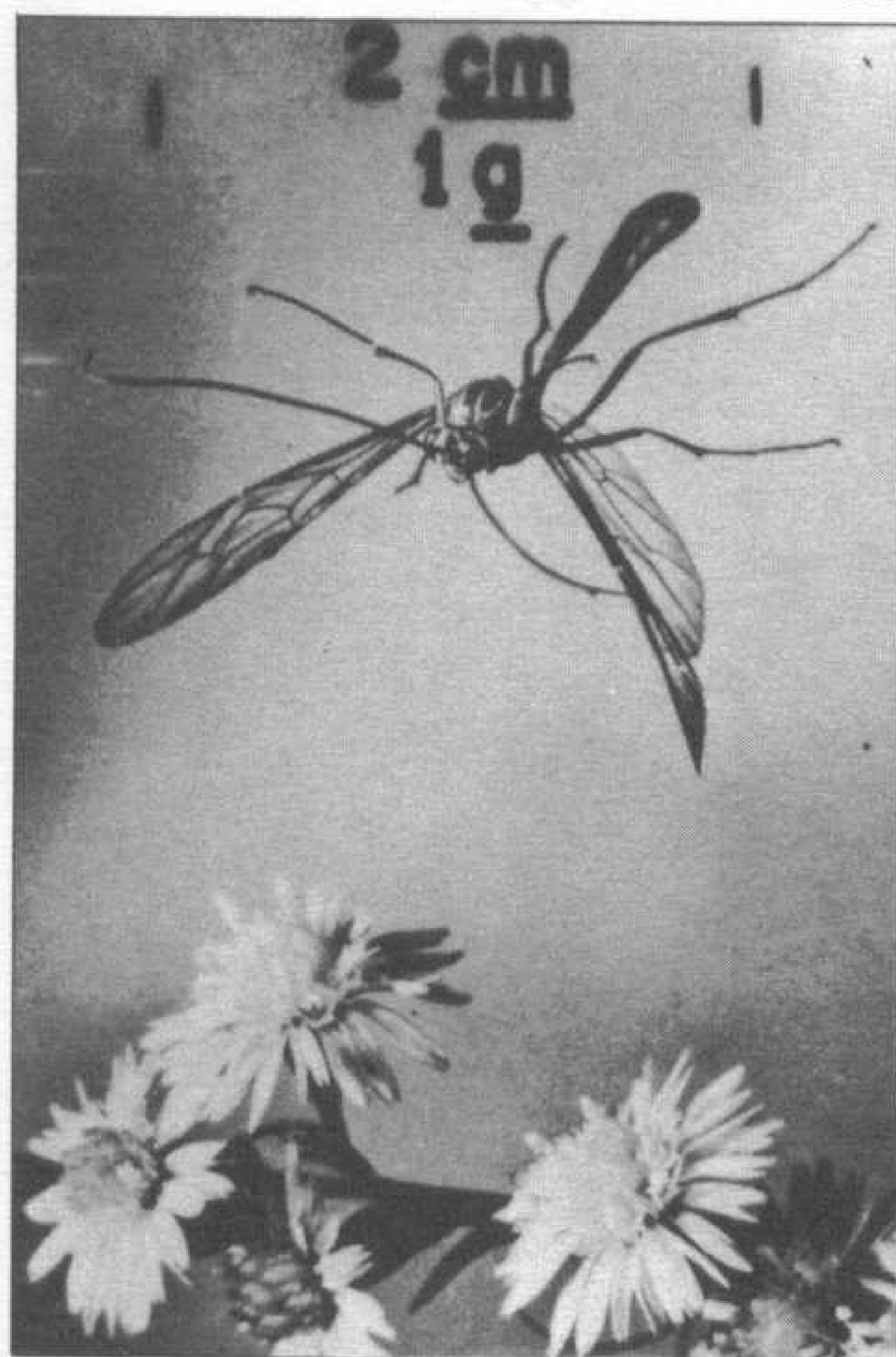
50 y 50 a. Árbol y narcisos

En la imagen aparece la muestra de un árbol ramoso en color. El recuadro es un primer plano de una de las flores que rodean el árbol; esperamos que la semejanza de color entre el recuadro y las flores de la figura grande ayuden a los receptores a conectar las dos imágenes y que les indique también el tamaño relativo de los árboles y las flores. En la figura 49 el tamaño del árbol aparece en relación con un ser humano. Aquí la medida se da en unidades absolutas (14 m). Si se piensa que nuestros antepasados vivieron en los árboles, no parece inapropiado insistir en su presencia.

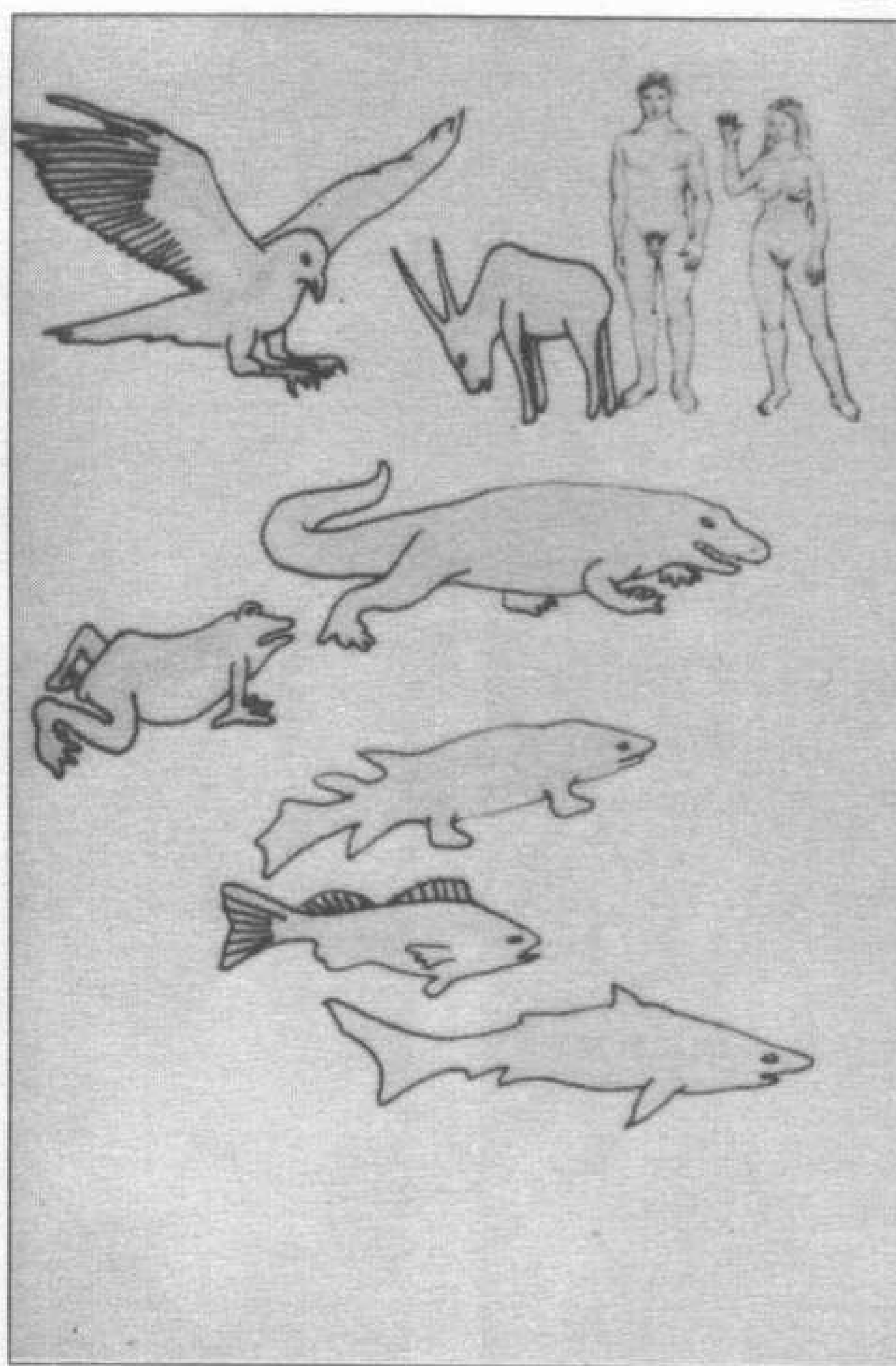
Las figuras 51 a 60 muestran a otros representantes de la biosfera pertenecientes a diversos tipos.



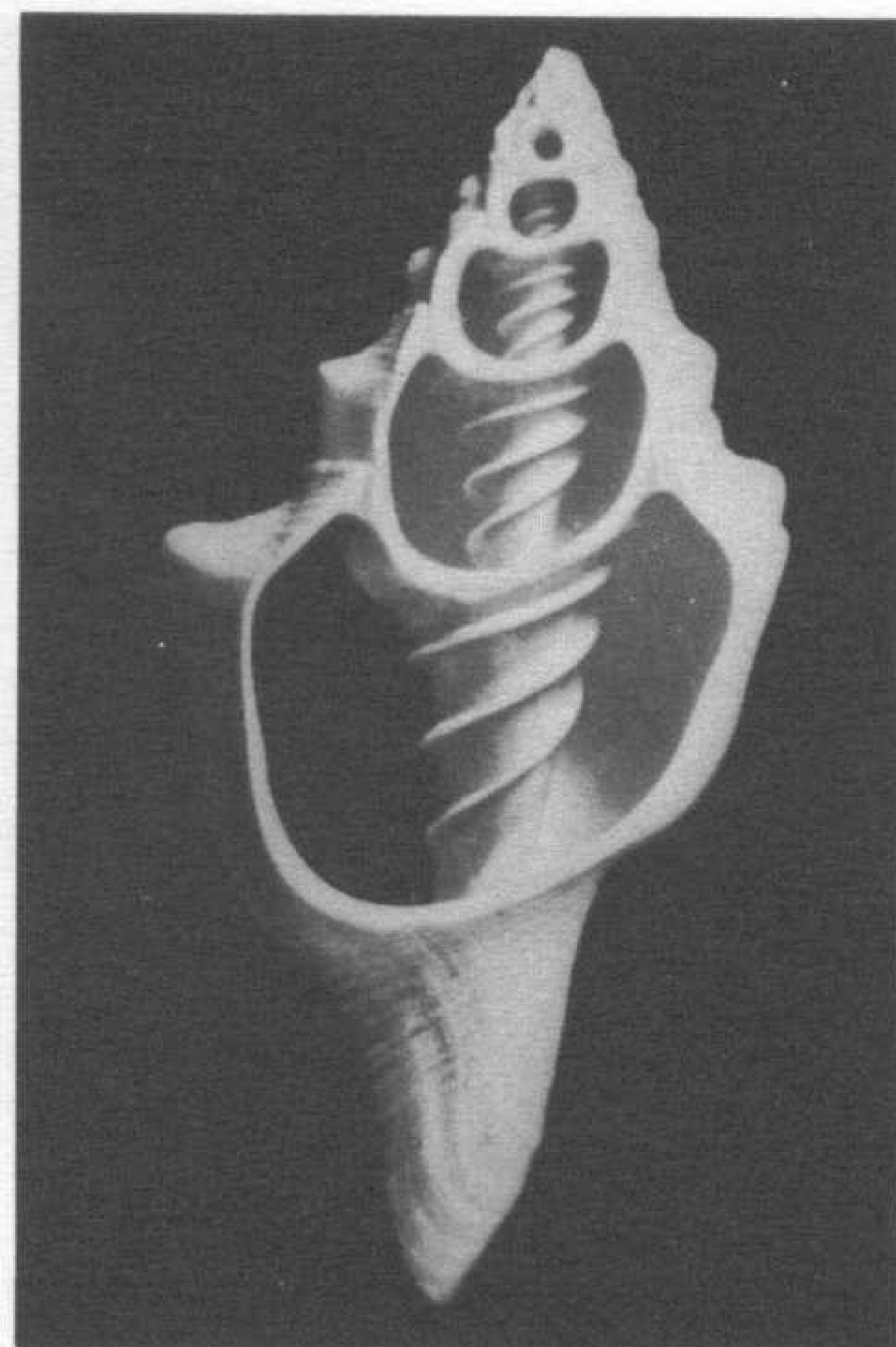
51



52



53



Cedida por Harry M. Abrams, Inc. Fotógrafo: Herman Landshott.

51. Insecto volador

Las flores son aquí parecidas a las de la figura 69, proporcionando de nuevo una indicación absoluta y relativa del tamaño del objeto reproducido. Aunque la notación resulte oscura para los receptores, debería quedar evidenciado que los humanos son mucho más grandes que las margaritas, y que los insectos tienen casi la misma medida que éstas. Aparecen especialmente bien dibujadas las alas del insecto. El insecto es una avispa amarilla cuyo estilo de vida me resulta particularmente desagradable. Sus larvas habitan en el cuerpo de otros insectos, excavando y devorando la carne de sus forzados anfitriones, hasta que han crecido lo bastante para abrirse camino hasta la superficie. Otros insectos, como la abeja, llevan una vida que armoniza más con nuestra moral y nuestro sentido social, pero esta criatura es un habitante de la Tierra, nosotros no somos quién para juzgar su forma de vida.

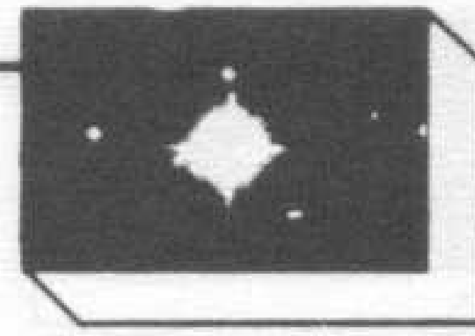
(Copyright © de Stephen Dalton; *Borne on the Wind* publicado por Reader's Digest Press, Nueva York.)

52. Diagrama de la evolución de los vertebrados

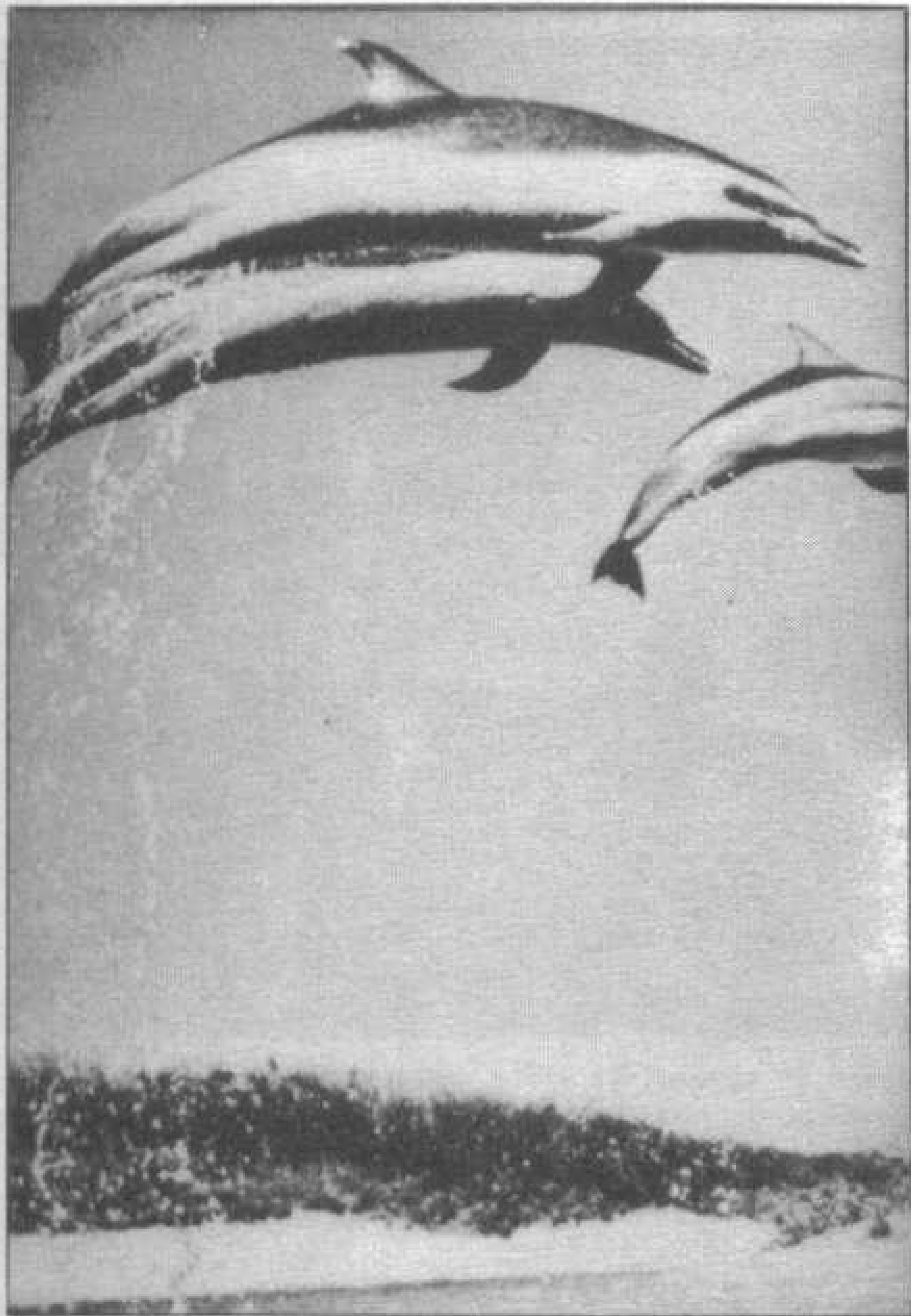
Este dibujo muestra una secuencia evolutiva muy rudimentaria e intenta explicar que los animales de la Tierra han evolucionado juntos hasta dar las diversas especies existentes en la actualidad, y que hubo un movimiento desde el mar a la tierra. Todos los animales, excepto el tiburón (que es parecido al delfín) y el pez con pies, vuelven a aparecer en otras figuras. El pájaro y el ciervo están perfilados tal como salen luego en las figuras 58 y 62. Los dos seres humanos quizá resulten familiares; son la misma pareja que aparece en las placas de Sagan y Drake de los Pioneer 10 y 11, dibujados por Linda Sagan. Se criticó un poco esa placa porque el hombre figuraba con la mano levantada para saludar, mientras que la mujer permanecía en una postura que algunos observadores consideraron excesivamente pasiva. Para ser imparciales volvimos a reproducir la pareja, y esta vez es la mujer quien con su brazo saluda al cosmos en general. ¡Paz, feministas!*

(Diagrama de Jon Lomberg. Adaptado de *Life: Cells, Organisms, Populations* por E. O. Wilson y Sinauer Associates, Inc., Fig. 18, p. 367.)

* La obra *The Cosmic Connection* de Carl Sagan contiene una discusión más detallada del diseño de la placa del Pioneer y de la reacción que provocó.

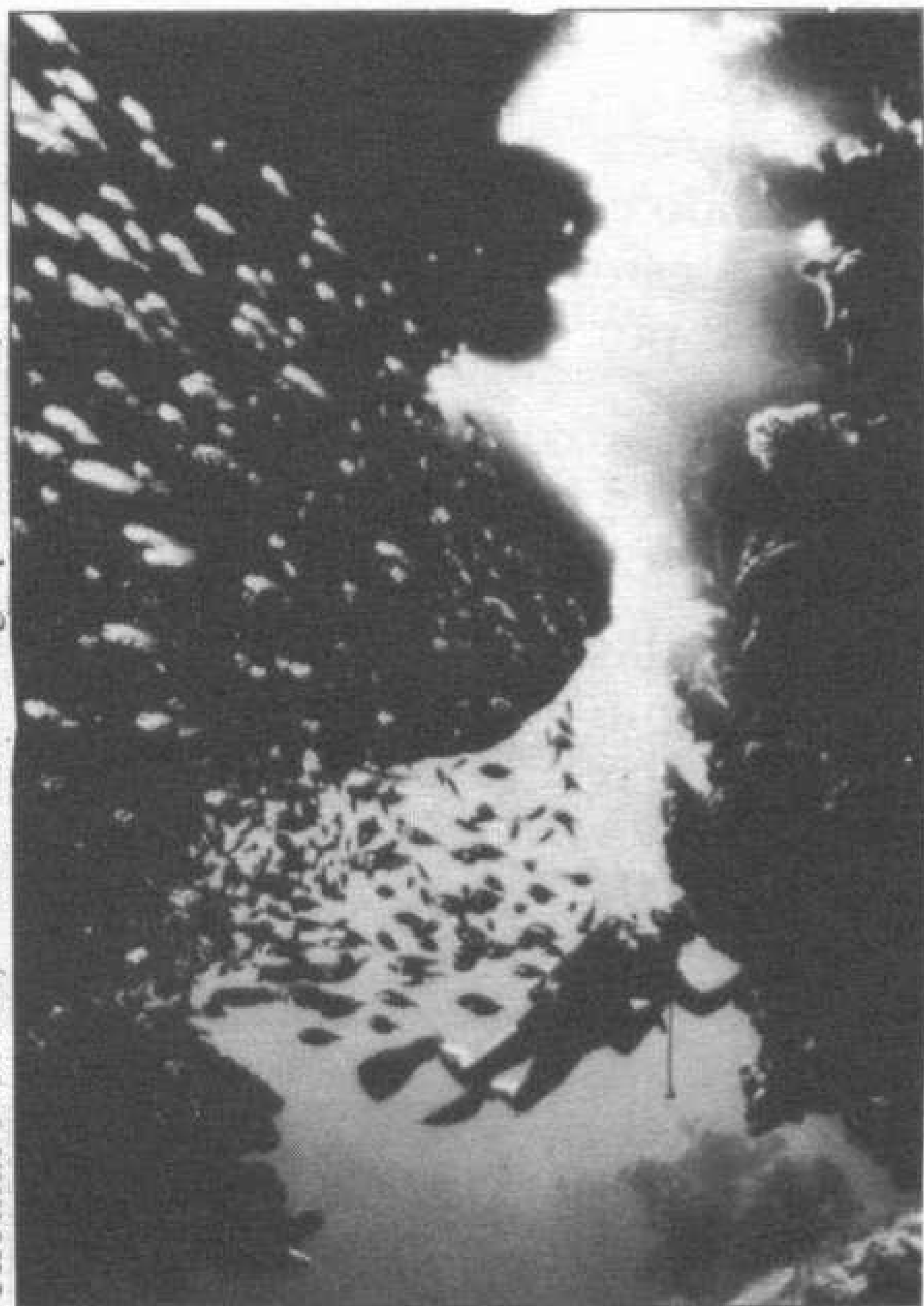


54



Thomas Nebbia, © National Geographic Society.

55



David Doubilet, © National Geographic Society

56



David Wickstrom.

53. Concha marina

Las conchas marinas han sido uno de los temas predilectos en mis pinturas, y la perfección de sus formas me ha evocado la de otros objetos mayores, como las galaxias. He tenido también la sensación visceral —tan difícil de defender como cualquier otra intuición— de que la armonía de sus formas sugeriría una belleza que otras inteligencias podrían apareciar, suponiendo que tuviesen algún sentido de la estética. (Es la misma lógica que nos hizo suponer que los copos de nieve y Bach podían resultar atractivos para los sentidos y los cerebros de otra raza.) Esta Xancidae de la colección *The Shell: Five Hundred Million Years of Inspired Design* es desde hace tiempo una de mis favoritas.

Frank Drake y Carl Sagan opinaban que ésta podía ser una de las imágenes más confusas de la colección, pues no se ve con mucha claridad que la concha sea el producto de un ser viviente. Igualmente podría ser una escultura, una herramienta mecánica, una hélice o un modelo de arquitectura. Su colocación junto a otras cosas vivas quizás ayude a resolver la confusión.

54. Delfines

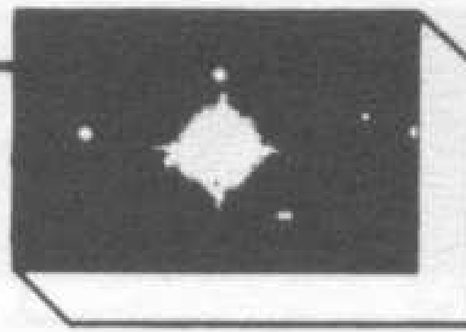
Las ballenas y los delfines son, junto con los grandes simios y los seres humanos, los animales más inteligentes del planeta. Las canciones de ballenas se incluyen en los saludos del disco, y nos pareció de buena educación mostrar figuras con delfines. El agua goteando y el perfil hidrodinámico (parecido al del tiburón de la figura 52) serán indicios importantes para entender que se trata de una criatura acuática, y además enérgica y exuberante.

55. Banco de peces

Sagan, Drake y yo somos unos entusiastas submarinistas y queríamos mostrar unas buenas instantáneas submarinas. Pero después de ver muchas figuras de peces y arrecifes, comprendimos que no era posible decir con certeza que la escena fuera submarina. El modo menos ambiguo de mostrar una escena submarina es con la presencia de un buzo, pues las burbujas de aire que despide el regulador deberían indicar claramente que se trata de un medio acuoso. Además, la presencia del buzo demostrará que los seres humanos se interesaban por explorar y adaptarse a medios ambientales distintos. No es fortuito que muchos fanáticos del espacio (incluyendo a escritores de ciencia-ficción y a astronautas) sean submarinistas. La ingravidez, el equipo de respiración y el complejo y suntuoso mundo de los arrecifes parecen un paso previo a la exploración interestelar. Es lo más que puede conseguir la casi absoluta mayoría de nosotros. Esta fotografía en color del mar Rojo está tomada en la bahía de Na'a en el Sinaí.

56. Sapo arborícola

Este pequeño animal se encontró y se fotografió en un patio de Enfield, cerca de Ithaca, Nueva York. También aparece el primer plano de una mano con uña sucia incluida.



57. Cocodrilo

En muchas de las figuras en que salen animales, aparece también una persona observando, fotografiando o midiendo el animal (ver por ejemplo la figura 60). Esperamos que esto demostrará de alguna manera nuestra curiosidad e interés por el mundo animal. A su vez, esta fotografía muestra la perspectiva ventral de un vertebrado.

58. Águila

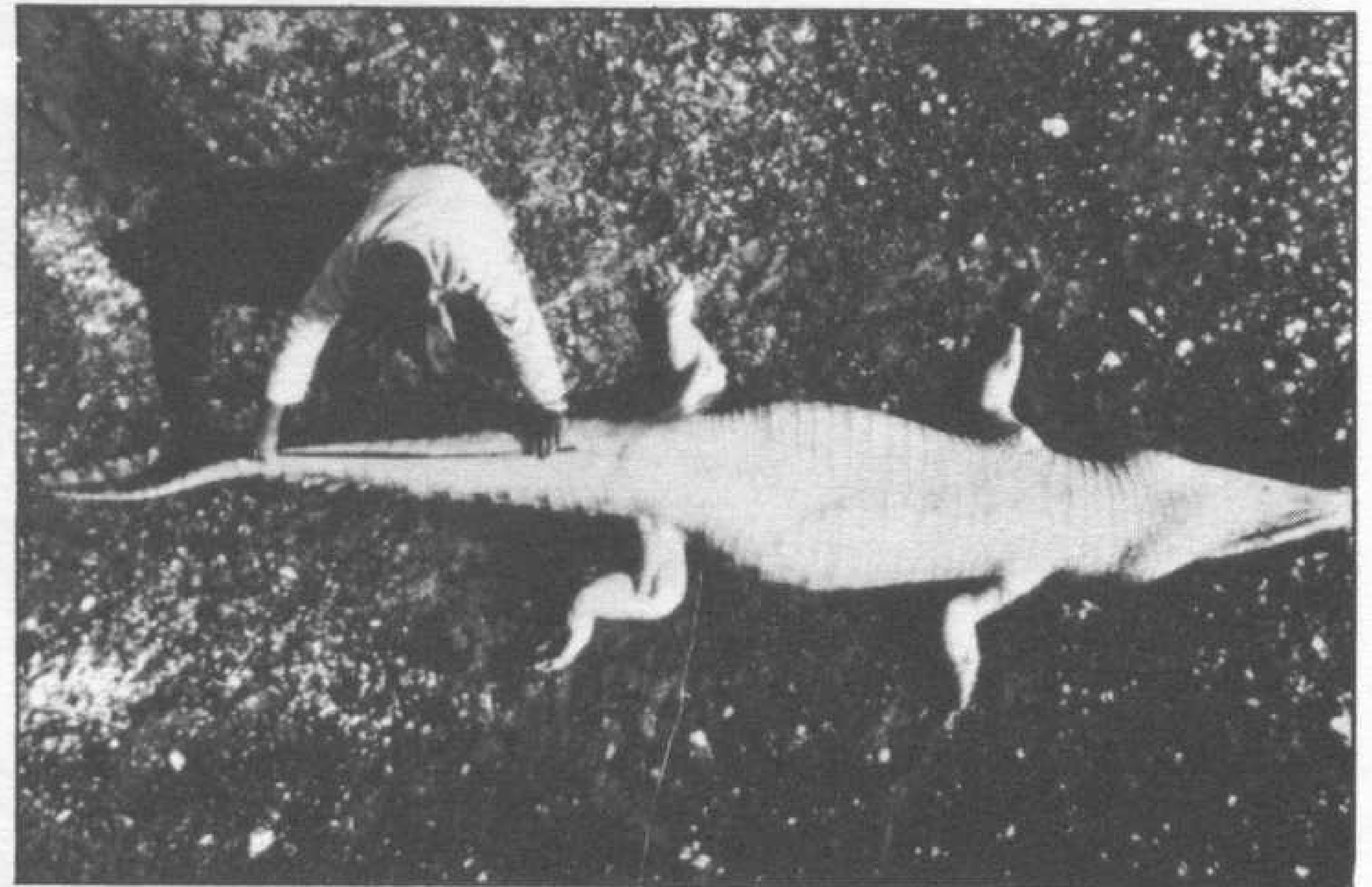
Esta figura junto con la número 14 dará una imagen de las criaturas aladas de la Tierra y de cómo vuelan. El águila aquí es sorprendida en pleno vuelo, con la estructura de las alas bien clara.

(Tomada del libro *Doñana: Spain's Wildlife Wilderness*. Copyright © 1974 de Juan Antonio Fernández. Reproducido con el permiso de la Editorial Olivo, España, Taplinger Pub. Co., Nueva York.)

59. Charca

Una de las primeras ideas de Frank Drake fue sacar animales bebiendo en una gran charca de la sabana, incluyendo en la misma fotografía numerosas especies distintas. La charca se ha convertido también en una broma de moda entre los devotos de la comunicación interestelar. El medio más probable para entrar en contacto con razas muy separadas en la galaxia es comunicándose por radio, y se ha discutido mucho cuál es la mejor frecuencia para rastrear los cielos en busca de mensajes estelares. Se ha bautizado con el nombre de «charca» u «hoyo de agua» una región de las microondas (región ésta con un nivel relativamente bajo de ruido en el espectro de radio), limitada a un lado por la emisión del hidrógeno y al otro por el radical hidroxilo (OH) porque el hidrógeno y el OH son los productos de la descomposición del agua. Es posible que el agua sea un componente crucial de la vida en toda la galaxia y, por ello, algunos astrónomos han sugerido poéticamente que esa región sería el mejor lugar para la búsqueda de mensajes. Si los seres humanos y los animales históricamente se encontraban en la charca, podría ser también que la vida basada en el agua de distintos planetas se encuentre en el hoyo de agua de la radio.

57

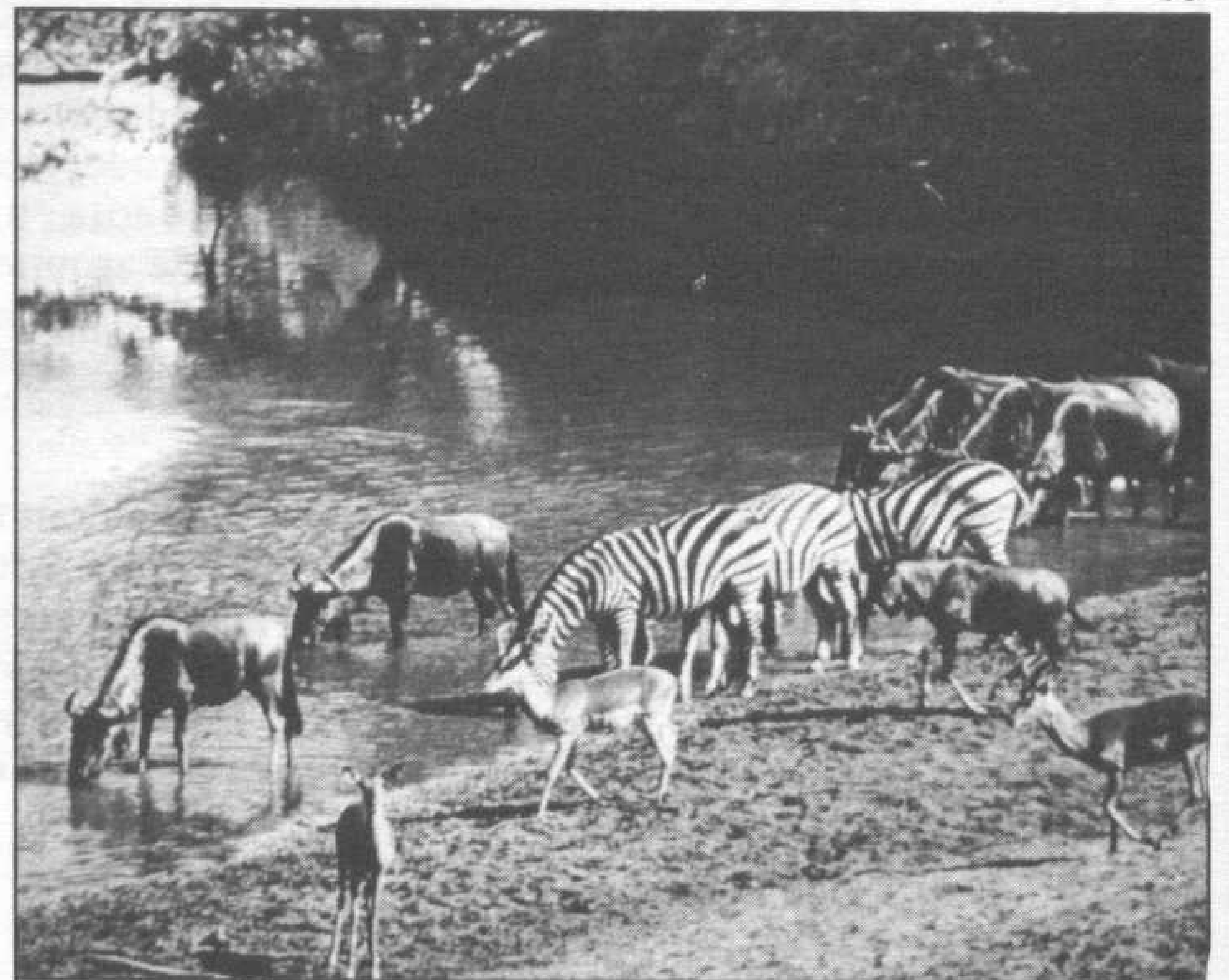


Fotógrafo: Peter Beard.

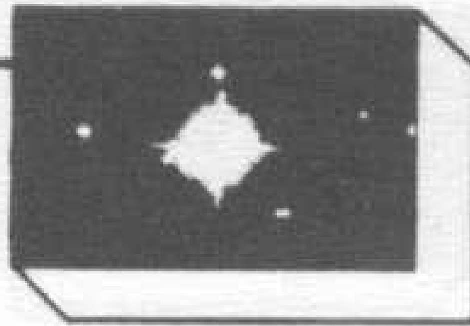
58



59



Cedida por la Corporación de Turismo de Sudáfrica.



60. Científicos y chimpancés

Esta figura en color muestra a los seres más parecidos a nosotros observados por dos científicos, uno de ellos la famosa Jane Goodall. Desde el punto de vista de un extraterrestre, los chimpancés y los seres humanos quizá resulten prácticamente iguales: parece probable que en una foto donde los chimpancés estuviesen vestidos de cow-boy, éstos pasarían desapercibidos para los extraterrestres. Más seres humanos, pensarían. El hecho de que en esta fotografía las personas estén estudiando a los chimpancés puede ser una ligera pista para indicar que estos últimos no son miembros de la raza que ha hecho el Voyager. Por otro lado, podría parecer que los chimpancés son los amos, pues son los humanos quienes cargan con el aparato. En cualquier caso no podemos dejar de lado a los primates. Aparece también al fondo un tipo de vegetación que ya no volvemos a mostrar: la jungla en todo su esplendor. Esta fotografía la realizó la madre de Jane Goodall, Vanne Morris-Goodall. Cuando le escribimos diciéndole que nos gustaría disponer de la fotografía, ella contestó: «Me impresiona enormemente saber que en cierta ocasión apreté el botón para tirar una fotografía que ahora está a punto de partir para otros espacios, y más todavía porque mi hija Jane ha merecido el honor de representar una materia especializada del planeta Tierra.»

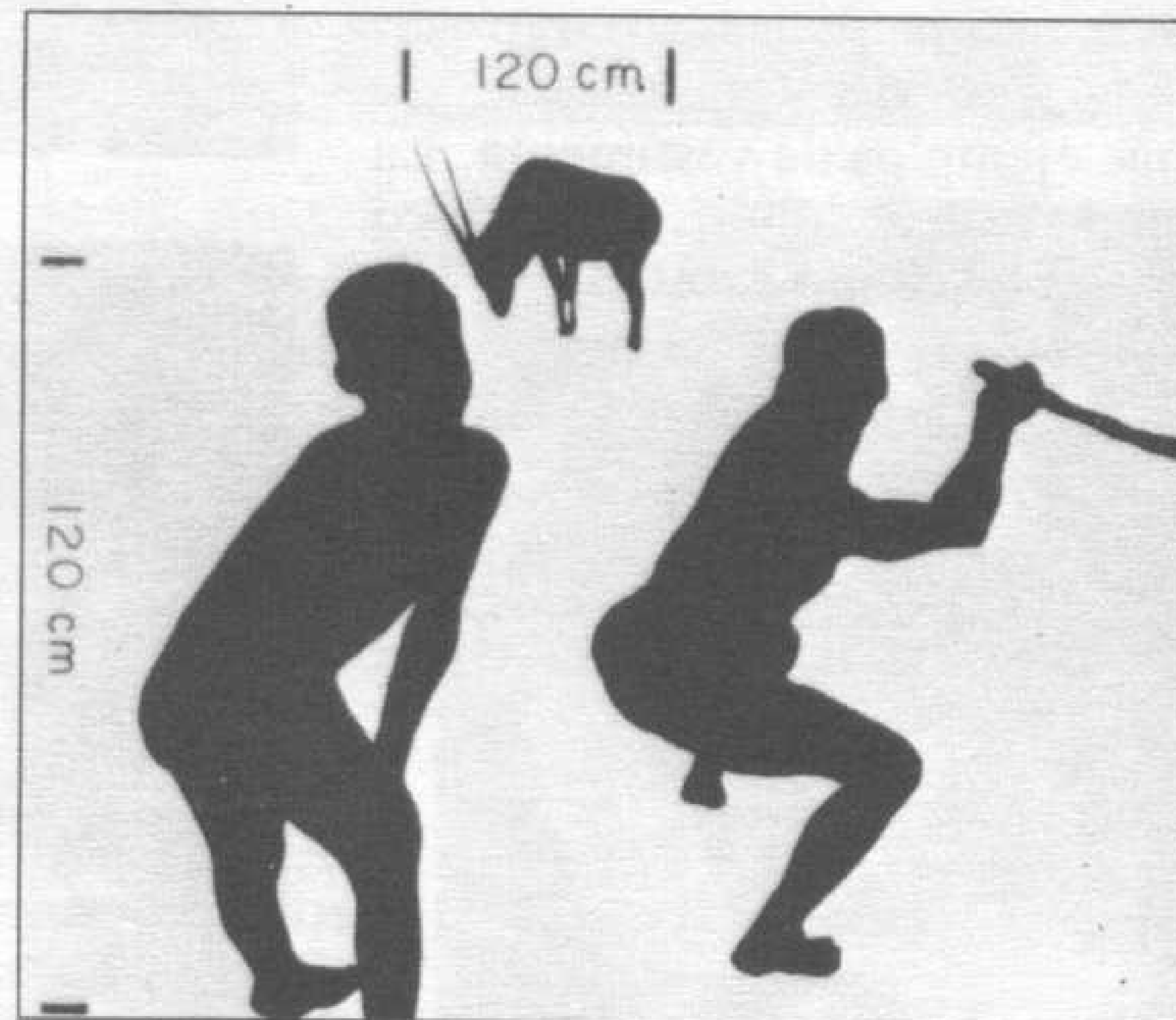
61 y 62. Cazadores bosquimanos y la silueta

Otra fotografía tomada de la colección «The Family of Man», donde aparece un caso típico de la relación hombre/animal: el ser humano está a punto de matar al animal. Cazar es una actividad humana primitiva, pero en esta figura se muestra también el aprendizaje: el chico está observando a su padre. La silueta dibuja las formas humanas y separa al ciervo del fondo del cuadro. Suponemos que el niño y el ciervo son aproximadamente del mismo tamaño. En perspectiva el ciervo parece mucho más pequeño. Quizás uno de los conceptos más difíciles de captar por un extraterrestre sea el de la perspectiva (los individuos en cuyas culturas la perspectiva no se usa tienen que aprender cómo hay que mirarla). Las siluetas del niño y del ciervo llevan notas indicando que tienen la misma medida; esperamos que esto sirva de pista a los receptores para ayudarles a ver la imagen tal como es y que apliquen también este conocimiento a las demás fotografías.

60



Vanne Goodall, © National Geographic Society.



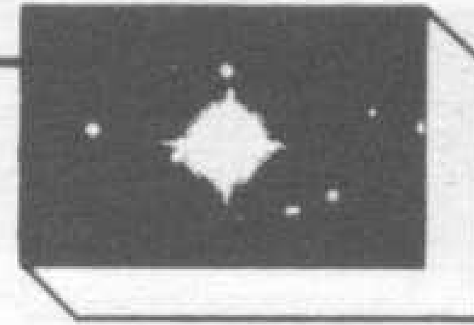
61

Diagrama de Jon Lomberg.

62



N. R. Farbman, *Life*, copyright 1946 Time, Inc.



Las figuras restantes se refieren a seres humanos, a nuestra cultura y a nuestros utensilios.

63. Hombre de Guatemala
Se eligió este retrato porque ofrece un primer plano de las manos y de la cara. Se observa la oposición del pulgar y aparece también un machete, un tipo de esa herramienta tan básica e importante: el cuchillo.

64. Bailarina de Bali
Esta figura ofrece una clara y bella representación de los gestos faciales y de las manos, y alguna sugerencia sobre la complejidad de los vestidos y de la ornamentación que encontramos en muchas culturas humanas.

65. Niñas andinas
Aquí hay más manos y rostros provenientes de diferentes tipos genéticos y culturales, y más ejemplos de vestimenta. La música peruana que incluimos en el disco la realizaron gentes como éstas.

63



Naciones Unidas.

64

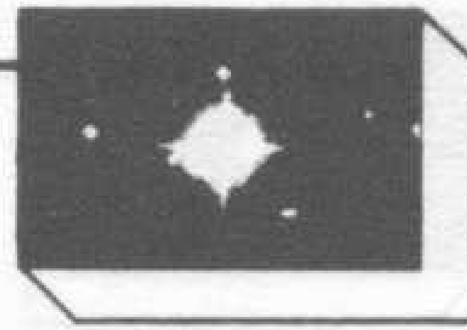


Donna Grosvenor, © National Geographic Society.

65



Joseph Scherschel, © National Geographic Society.

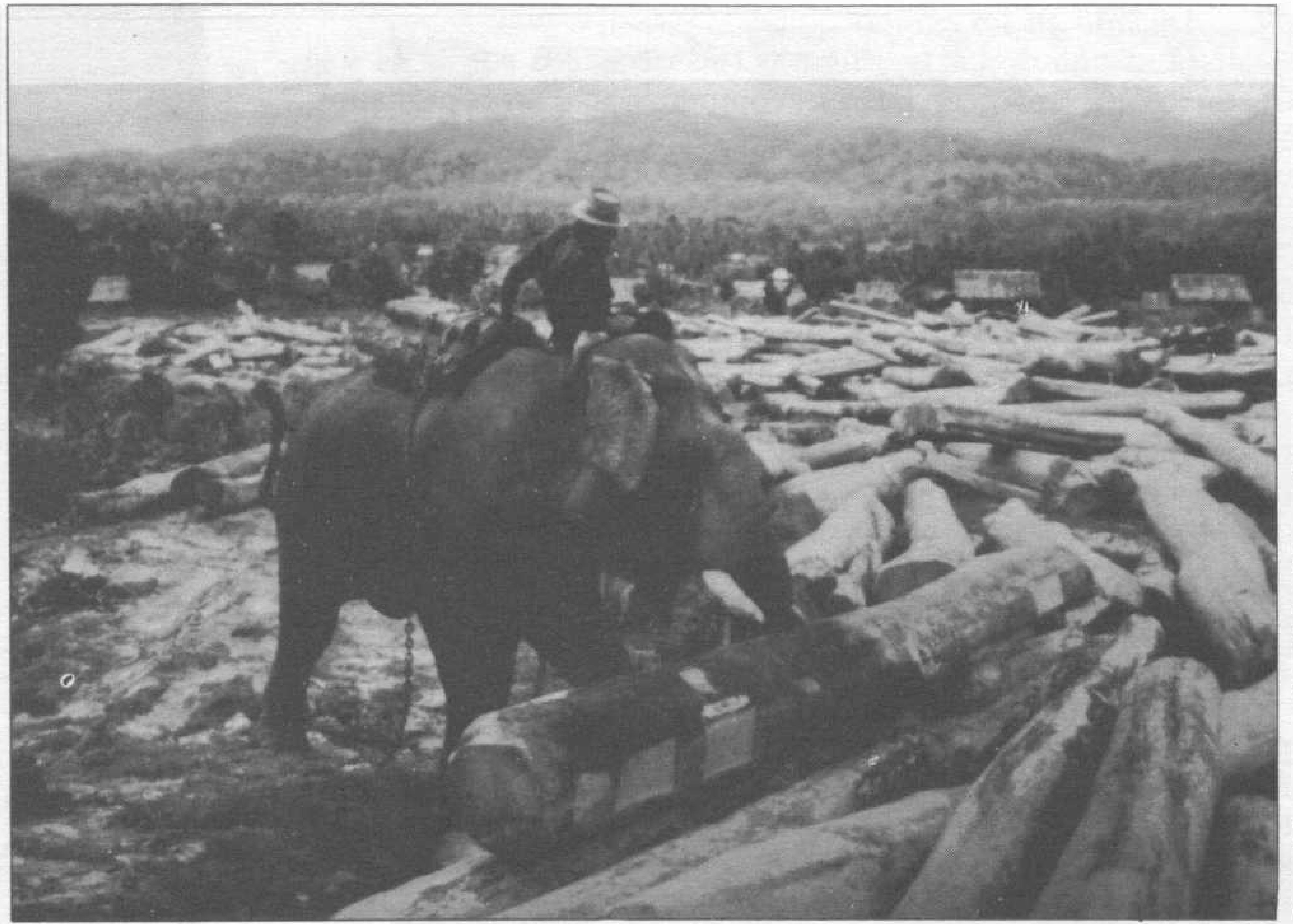


66



Dean Conger. © National Geographic Society.

67



Copyright reservado, Peter Kunstadter.

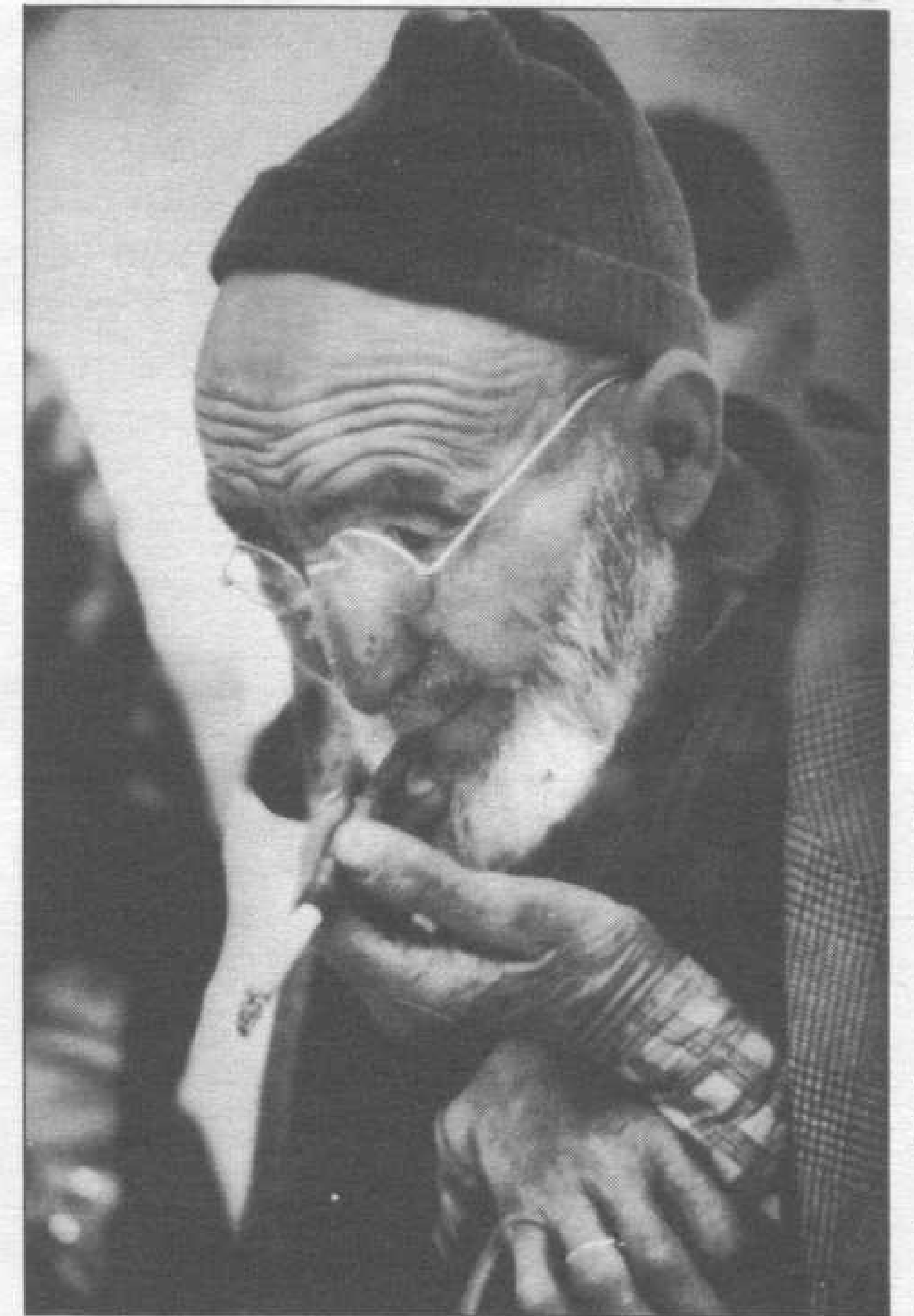
66 y 67. Artesano tailandés y elefante

El artesano demuestra algunas de las utilidades varias que tienen las manos y las herramientas. La figura siguiente muestra el animal que el artesano esculpía (y demuestra, a su vez, que hemos domesticado a los animales y que los utilizamos para el trabajo). Esperamos que los receptores reconozcan la semejanza entre la figurita tallada y el animal, y que esto les dé una idea de nuestro concepto de la reproducción simbólica de las formas reales.

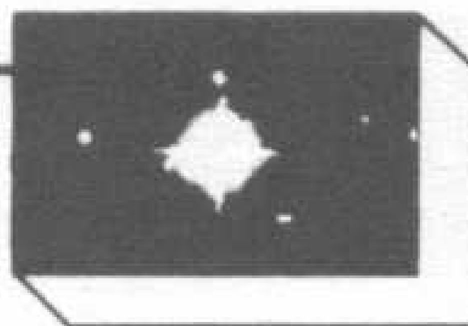
68. Viejecito de Turquía

Este primer plano de las manos y de la cara suministra alguna información adicional, como la existencia de pelo en la cara. El gorro es claramente un objeto sobre la cabeza, y esto puede hacer comprensibles otros sombreros menos obvios que han aparecido (en las figuras 63 y 64, por ejemplo). Es evidente que las gafas son también artificiales, y un receptor listo podrá adivinar que hay lentes en la estructura, sobre todo si la evidencia de otras figuras le ha sugerido que los ojos son órganos que sirven para ver. Cuando hablé con el fotógrafo hizo algunas oscuras alusiones a la sustancia que el viejecito estaba fumando.

68



Jonathan Blair, tomada de Woodfin Camp, Inc.



69. Anciano en un campo

Ésta es una de las tres figuras (las otras dos son la 44 y la 61) en las que aparecen perros acompañando a seres humanos. Esperamos que los receptores se den cuenta de que los perros son nuestros amigos.

70. Escalador

En esta figura aparece el escalador francés Gaston Rébuffat en lo alto de una aguja en una roca de los Alpes. Si los receptores reconocen en la silueta a una figura humana, pensarán que es dificultoso y, al mismo tiempo, aparentemente inútil escalar hasta la punta de esa roca. El único sentido que tiene es conseguir hacerlo. Si este mensaje se comunica a los extraterrestres sabrán algo muy importante sobre nosotros.

(Escalade par Gaston Rébuffat, guide de Chamonix, du Grand Gendarme du Pic de Roc, Massif du Mont Blanc [cliché Gaston Rébuffat].)

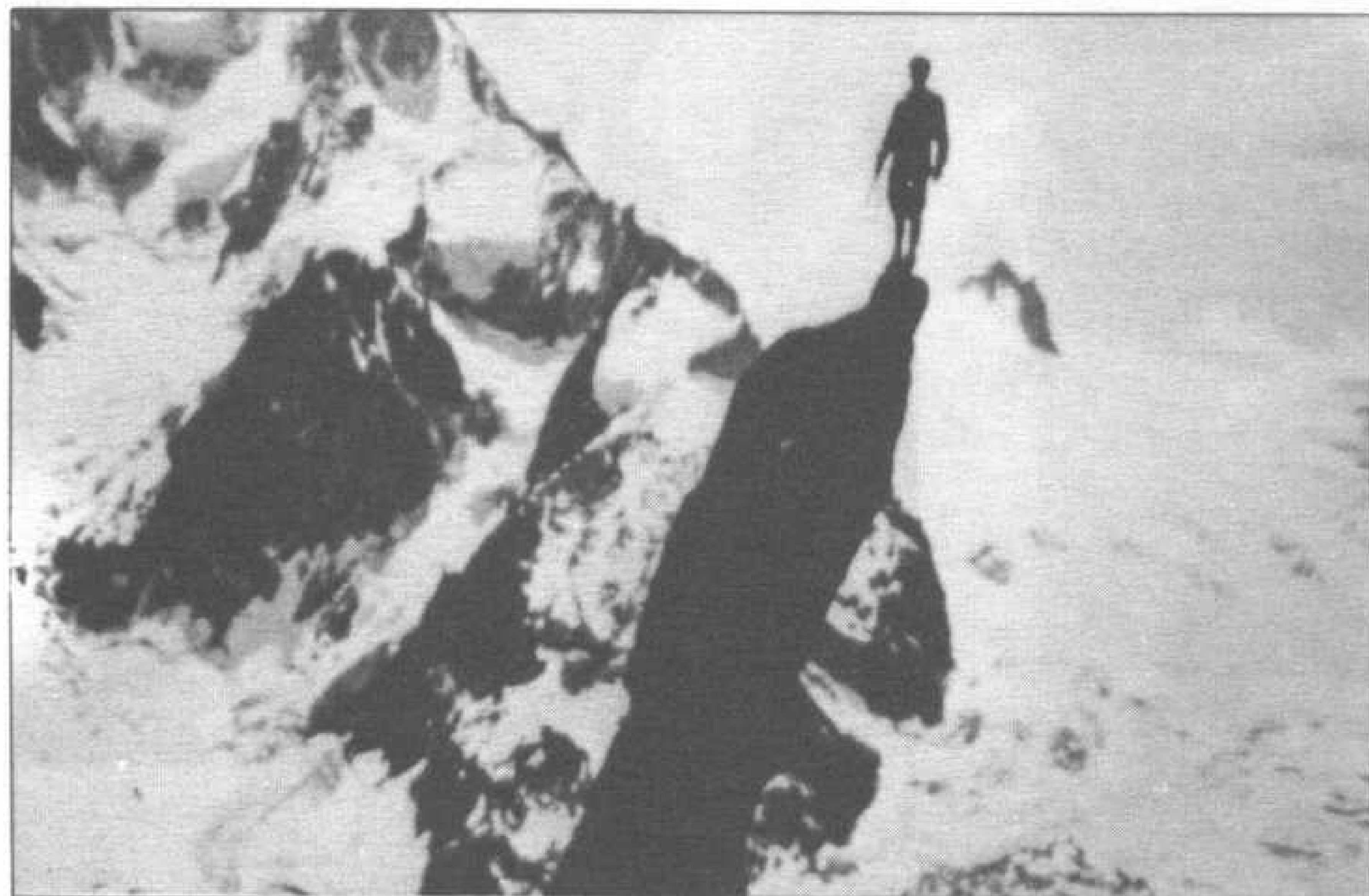
71. La gimnasta Cathy Rigby

En *Sports Illustrated* conseguimos esta imagen estroboscópica, tomada por Phillip Leonian, de Cathy Rigby en la barra fija. Si fuera ésta la única figura de un ser humano que enviábamos, ¡qué extraña imagen de nosotros tendrían los receptores! Pero parece claro que se trata de una persona en movimiento, y es probable que sea el mejor sistema de que disponemos para mostrar cómo nos movemos. La figura muestra que nos sostenemos sobre un pie, sobre dos pies, o (algunos de nosotros) sobre nuestras manos, y que podemos voltearnos hacia atrás. Hemos impreso sobre la barra el tiempo aproximado que se tarda en ejecutar esta parte del movimiento. Esta aproximación, hecha a ojo de buen cubero, puede no ser muy precisa (quizá lo hizo en diez o quince segundos), pero lo importante es dejar constancia de que nos movemos en cuestión de segundos, y no en microsegundos o en años.

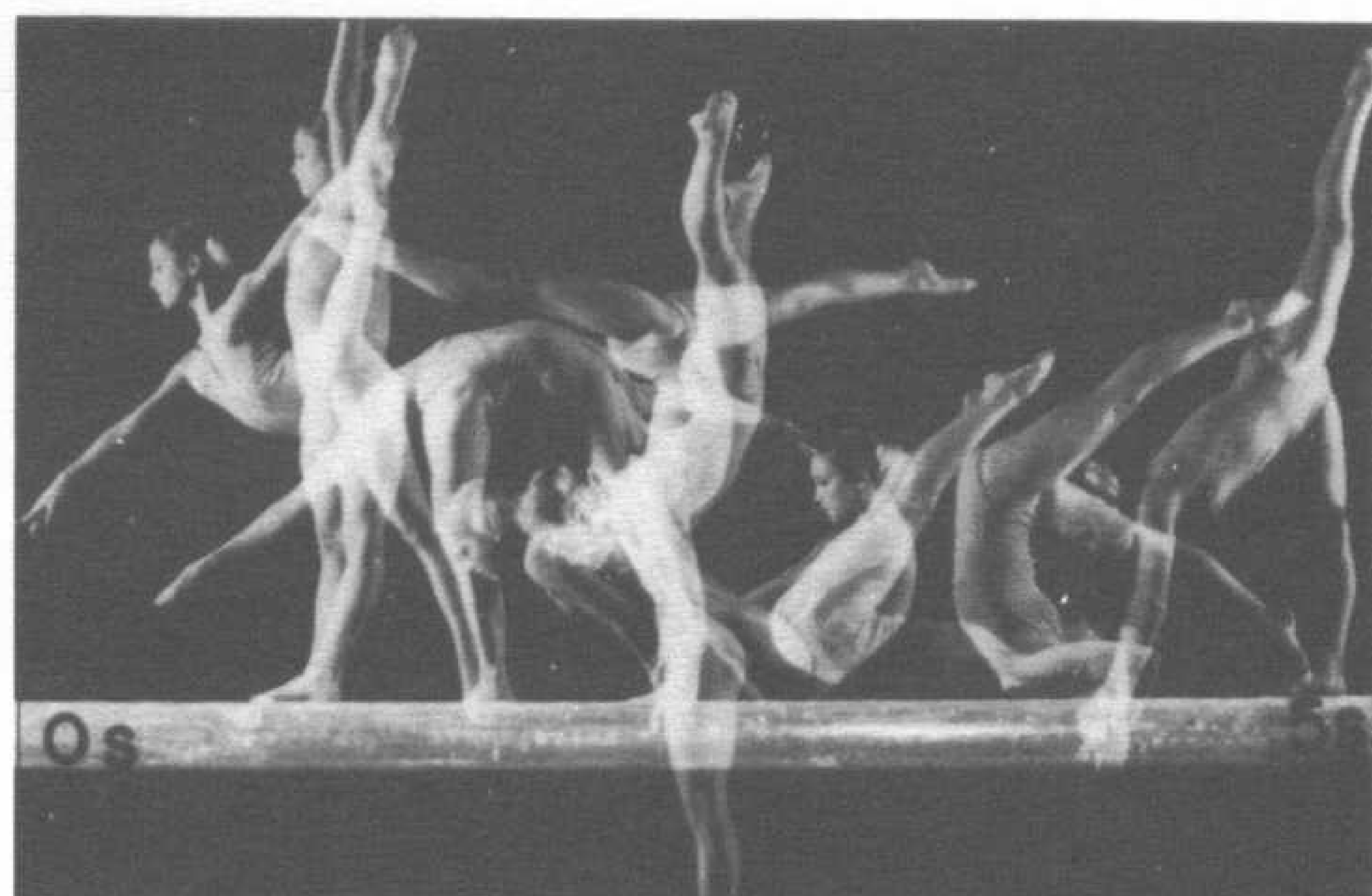
69



Bruce Baumann. © National Geographic Society.

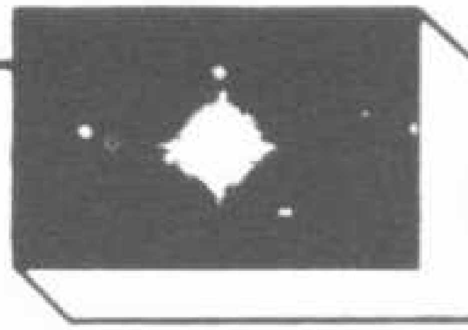


70



Phillip Leonian, fotografiada para *Sports Illustrated*.

71



72. Corredores olímpicos

Seleccionamos esta figura, al igual que la número 36, porque deseábamos dar una imagen con representantes de distintas razas, y se nos ocurrió que un buen lugar para buscar escenas de este tipo sería en los Juegos Olímpicos. Se ve a un blanco (el campeón ruso Valery Borzov), dos negros y un corredor oriental en un esprint hacia la meta. Aparece con claridad la musculatura de las piernas, que no se ve en las láminas de anatomía 18-25, así como varias posiciones del acto de correr. Un estudio cuidadoso puede también revelar la presencia de otras personas de pie alrededor, y quizá den una pista sobre el hecho de que en nuestros deportes también hay espectadores y que lo que en la imagen aparece es una competición.

Los receptores habrán aprendido los números arábigos en nuestro diccionario. Quizá se confundan con los números que llevan los corredores en el pecho, pensando que los pusimos en la fotografía para ayudarles a comprender algo (para medir, quizá, como en el caso de Cathy Rigby). Puede ser también que las arrugas formadas sobre los números les indique que pertenecen a la ropa y que han sido escritos para el público de seres humanos, no para comunicar dato alguno a los extraterrestres.

73. Escuela japonesa

Aquí aparece la importante actividad de aprender a escribir; también muestra que aún se educa a los niños en grupo, mejor que con tutores privados o con máquinas enseñantes, por lo menos hasta ahora.

74. Niños con un globo terráqueo

Al igual que la 36, esta fotografía fue obtenida en la Escuela Internacional de la ONU en Nueva York. También aquí los niños están colocados en círculo, con los ojos dirigidos a las manos puestas sobre el globo. La parte del globo que se ve —África y Oriente Medio— es la misma parte que aparece en la figura 12 de la Tierra vista desde el espacio. Si los receptores consiguen conectar ambas imágenes y relacionar que los chiquillos están contemplando el globo de su propio planeta, se darán cuenta de que la Tierra en el globo está continuamente quebrada por un complejo sistema de líneas. Quizá deduzcan que representan algún tipo de fronteras territoriales y políticas, fronteras que son conceptuales y no marcas verdaderas en el planeta.

72



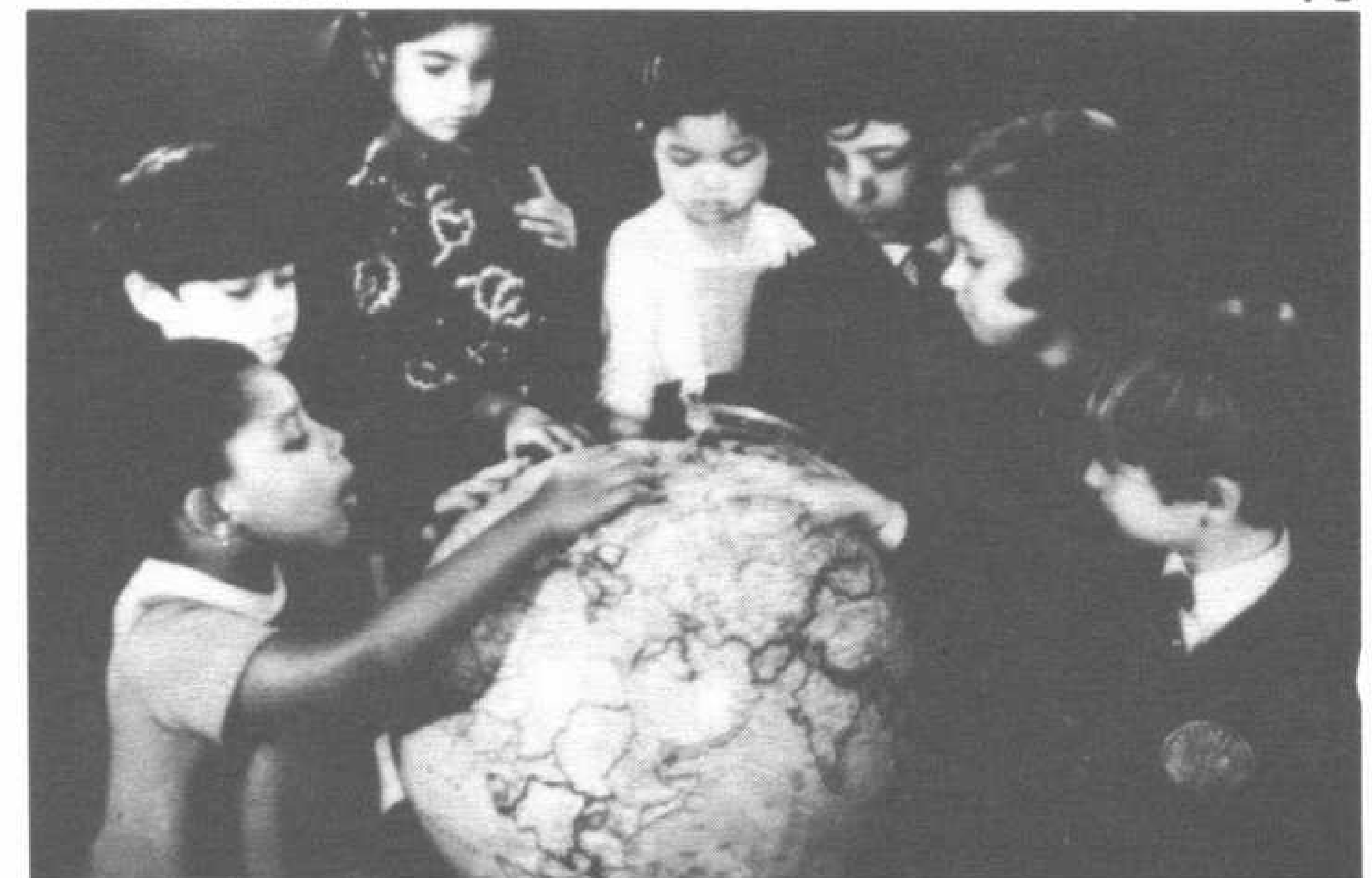
Picturepoint London.

73

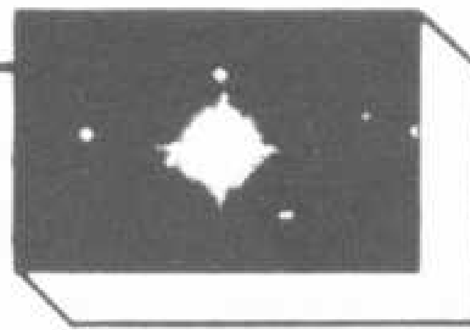


Naciones Unidas.

74



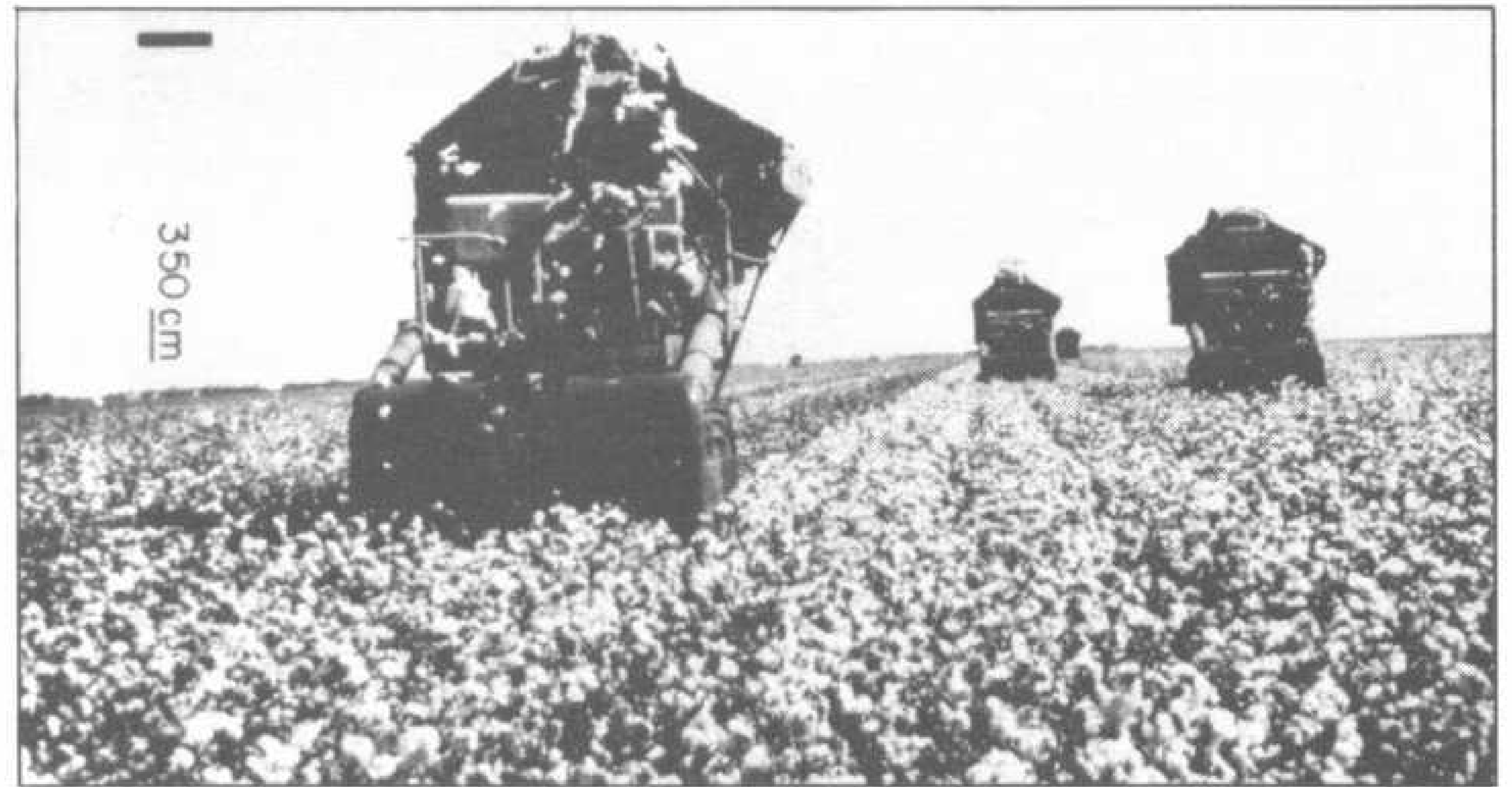
Naciones Unidas.



75. Cosecha de algodón

Nos sentíamos en la obligación de enviar una imagen de la mecanización de la agricultura, y elegimos estas cosechadoras de algodón porque los copos de algodón muestran claramente la acción de la cosechadora. El algodón se ve perfectamente, lanzado al aire sobre la máquina. En apariencia hay bastante similitud entre el campo de algodón y el de narcisos (figura 50) para poder observar que algo que crece es posteriormente recogido. Las figuras siguientes muestran cómo obtenemos y comemos nuestros alimentos, y esta figura por tanto sirve de introducción, aunque el algodón no sea considerado normalmente como un alimento. (A menos de que uno sea Milo Minderbinder en *Catch-22*.)

75



Howell Walker, © National Geographic Society.

76. Hombre con uvas

Originalmente seleccionada por tratarse de un primer plano de las manos y de la cara, en esta figura aparece un ser humano llenándose la boca. Los anatomistas notarían que ya hemos mostrado tres funciones diferentes de las manos. Las cosas que el hombre se está comiendo dan la impresión de tener un origen natural, sugiriendo de este modo que nosotros aún no producimos la comida en las fábricas.

(Fotografía de David Moore: *Grape Picker.*)

76



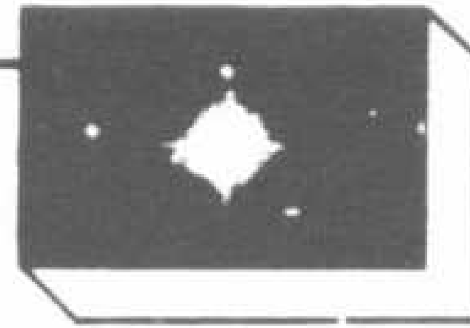
77. Supermercado

Aquí hay otra persona comiendo uvas, pero esta vez en un lugar que añade alguna información: que no siempre conseguimos las uvas en el campo; algunos de nosotros tenemos que comprarlas en el mercado. Hay una gran variedad de otros alimentos empaquetados al fondo, algunos marcados numéricamente con precios. Una sociedad receptora con una economía que implique la existencia de moneda y de compra y venta, deduciría que esas cifras corresponden a precios. Frank Drake decidió que necesitábamos una imagen de un mercado o de una tienda de alimentación, y era más fácil hacer una nosotros mismos que pasarnos días buscándola. Cinco de nosotros, incluyendo a Herman Eckelmann, el fotógrafo del NAIC, nos dirigimos en tropel a un supermercado. Con Frank a la cabeza, comenzamos a transportar carritos llenos de alimentos. Eckelmann nos seguía, tomando fotografías. Pronto el resto de los compradores se apartaba a nuestro paso. Como era de esperar, el encargado vino y amablemente nos preguntó a qué demonios nos dedicábamos. Frank tomó la palabra, y mientras los demás intentábamos parecer personas serias, uno de los astrónomos más importantes del mundo explicaba al escamado tendero que teníamos la intención de enviar su supermercado a las estrellas. Volvimos a colocar la comida en los estantes (causando un nuevo revuelo), pagamos las uvas y nos fuimos.

77



Foto: Herman Eckelmann, fotógrafo del NAIC.



78. Buceador y peces

(Desgraciadamente no pudimos llegar a un acuerdo satisfactorio con el fotógrafo a fin de incluir esta figura en el libro. La habíamos elegido para aumentar la información sobre el medio ambiente submarino.)

79. Barcas de pesca

Se puede deducir que las redes que estos pescadores griegos están cobrando son para coger peces, pues en la figura siguiente aparecen los peces cocinándose. El barco es primitivo con respecto a la tecnología que se puede ver en otras figuras, mostrando así varios niveles de nuestro desarrollo tecnológico.

80. Cocción de pescado

El pescado se está asando en una parrilla al aire libre en Portugal. A un lado de la parrilla el pescado está crudo y fresco (muy parecido al de la figura 78). A lo largo de la parrilla se va cocinando progresivamente y carbonizando. El mensaje es que nosotros cazamos animales para después cocinarlos.

(Tomada de *The Cooking of Spain and Portugal*, un título de la serie Foods of the World. Fotografía de Brian Seed. Por cortesía de Time/Life Books, Inc.)

81. Cena china

Queríamos enseñar a un grupo de personas comiendo juntas. El hecho de que en esta fiesta estén sentados en un círculo alrededor de una mesa, reproduce las escenas de grupos de las figuras 36 y 74. Algunas personas manejan utensilios, otras están inclinadas sobre sus cuencos, y otras se llevan la cuchara a la boca. Sobre la mesa hay platos con comida y una botella. Ésta es una de las pocas imágenes en las que se muestran personas vestidas con trajes típicamente modernos. Los occidentales quizás encuentren confuso el movimiento de la mano del hombre. Está jugando a un juego de mesa común en Oriente, en el cual los jugadores tienen que adivinar cuántos dedos va a sacar esa persona. Está claro que las mujeres se divierten.

(Tomada de *Chinese Cooking*, un título de la serie Foods of the World. Fotografía de Michael Rougier. Por cortesía de Time/Life Books, Inc.)

79



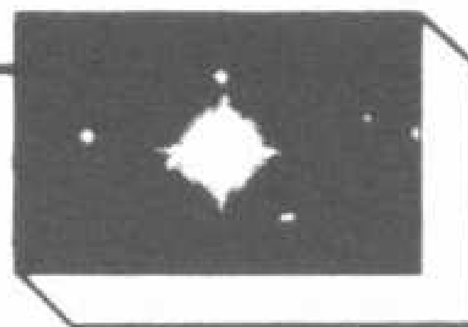
Naciones Unidas.

80



81





82. Demostración de comer, lamer y beber

Queríamos asegurarnos de que las funciones de la boca al comer y al beber quedaban claras. La boca ejecuta al comer todo un conjunto de funciones, y al no poder encontrar una fotografía que las mostrara todas con claridad, Amahl Shakhashiri sugirió que nos hiciéramos una nosotros mismos. Su idea era incluir tres personas: una bebiendo agua de una jarra, otra comiéndose un sandwich (para mostrar cómo mordemos) y otra lamiendo un cucurucho de helado (para mostrar la lengua, que no aparece en ninguna otra fotografía). Fue una sugerencia inspirada y eficaz, que dio una fotografía muy informativa (y un poco estrafalaria). Bajo la dirección de Amahl, los tres protagonistas —Wendy Gradison, Val Boriakoff y George Helou, un graduado de Cornell— se reunieron en el estudio de Eckelmann. Wendy consiguió su cucurucho de helado, se entregó a Val un sandwich de atún (comida que aborrece), y George tuvo su jarra. Los primeros resultados fueron insatisfactorios. El pan blanco del sandwich hacía imposible distinguir la forma del mordisco, y el chorro de agua que caía de una opaca jarra de agua podía ser confundido con un conducto plateado que llegaba hasta la boca de George. En el segundo intento Val tenía un sandwich hecho con tostadas de pan de centeno, y George un porrón de cristal, de modo que se podía ver cómo salía el agua. George tuvo que estar vertiendo agua en su boca mientras el fotógrafo enfocaba, comprobaba reflejos y disparaba algunas fotos; antes de que Eckelmann acabase ya se había tragado la mitad del porrón. A pesar de que la imagen sea algo cómica para nosotros, ofrece gran cantidad de información sobre cómo trabaja nuestra boca. También informa a la galaxia de que nos mantenemos con pan, agua y helados.

83. La Gran Muralla china

Ésta fue otra sugerencia de Philip Morrison. La Gran Muralla es una de las más extraordinarias obras de ingeniería de la Humanidad, y a su vez el producto de una de las más antiguas e importantes culturas. Era difícil encontrar una instantánea en la que apareciera al mismo tiempo el tamaño de la muralla en perspectiva y vista de cerca. La National Geographic Society nos proporcionó un montón de fotografías donde elegir.

84. Escena de construcción (África)

Esta figura muestra a un hombre construyendo una estructura de ladrillo vallada por los cuatro lados; es el mismo material que se utilizó para edificar la Gran Muralla. Otro hombre se dispone a darle los ladrillos. La estructura sirve claramente para que los seres humanos puedan estar dentro de ella. Aparece en el fondo de la fotografía un edificio ya acabado que sirve de comparación.

82

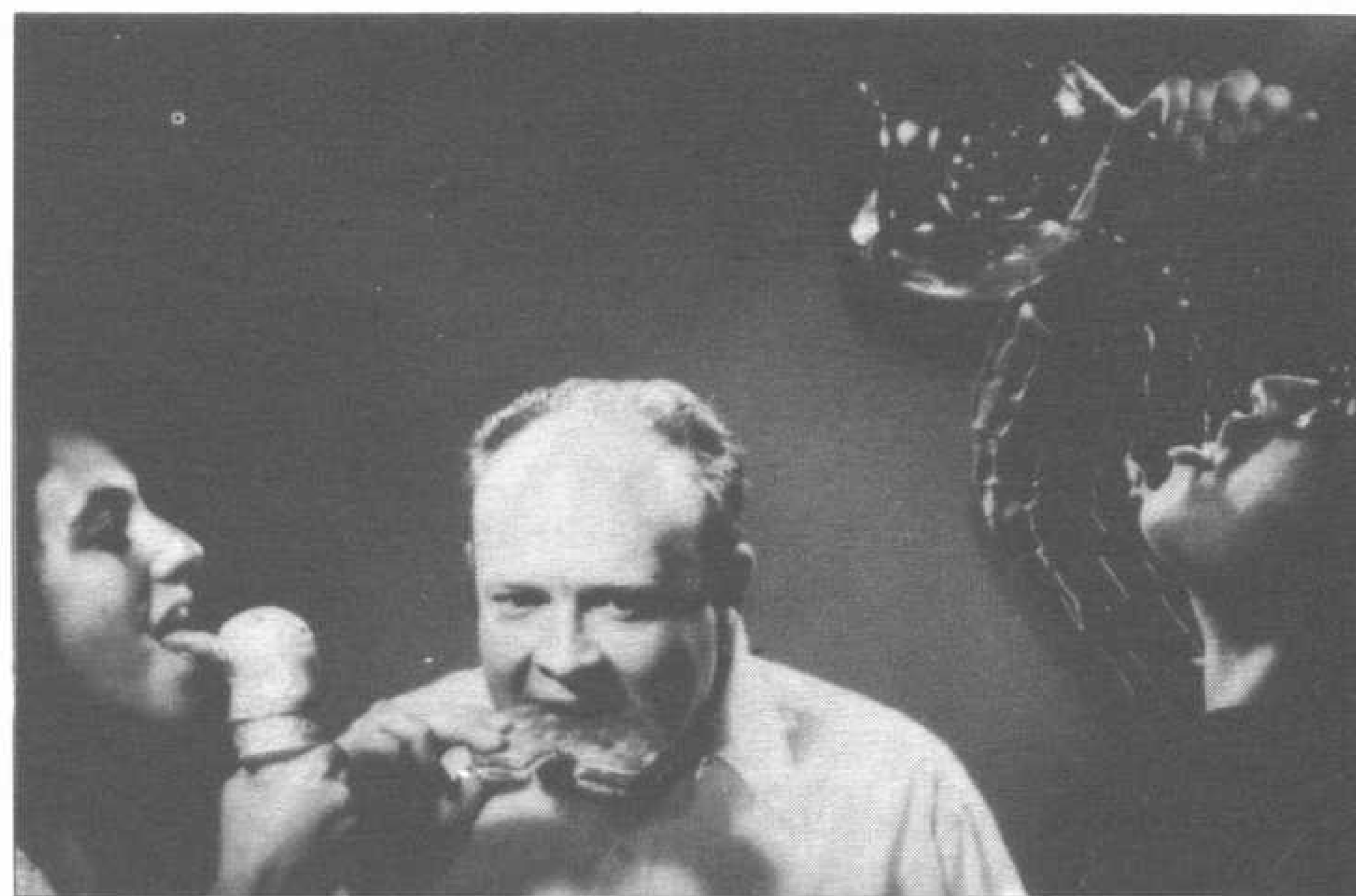
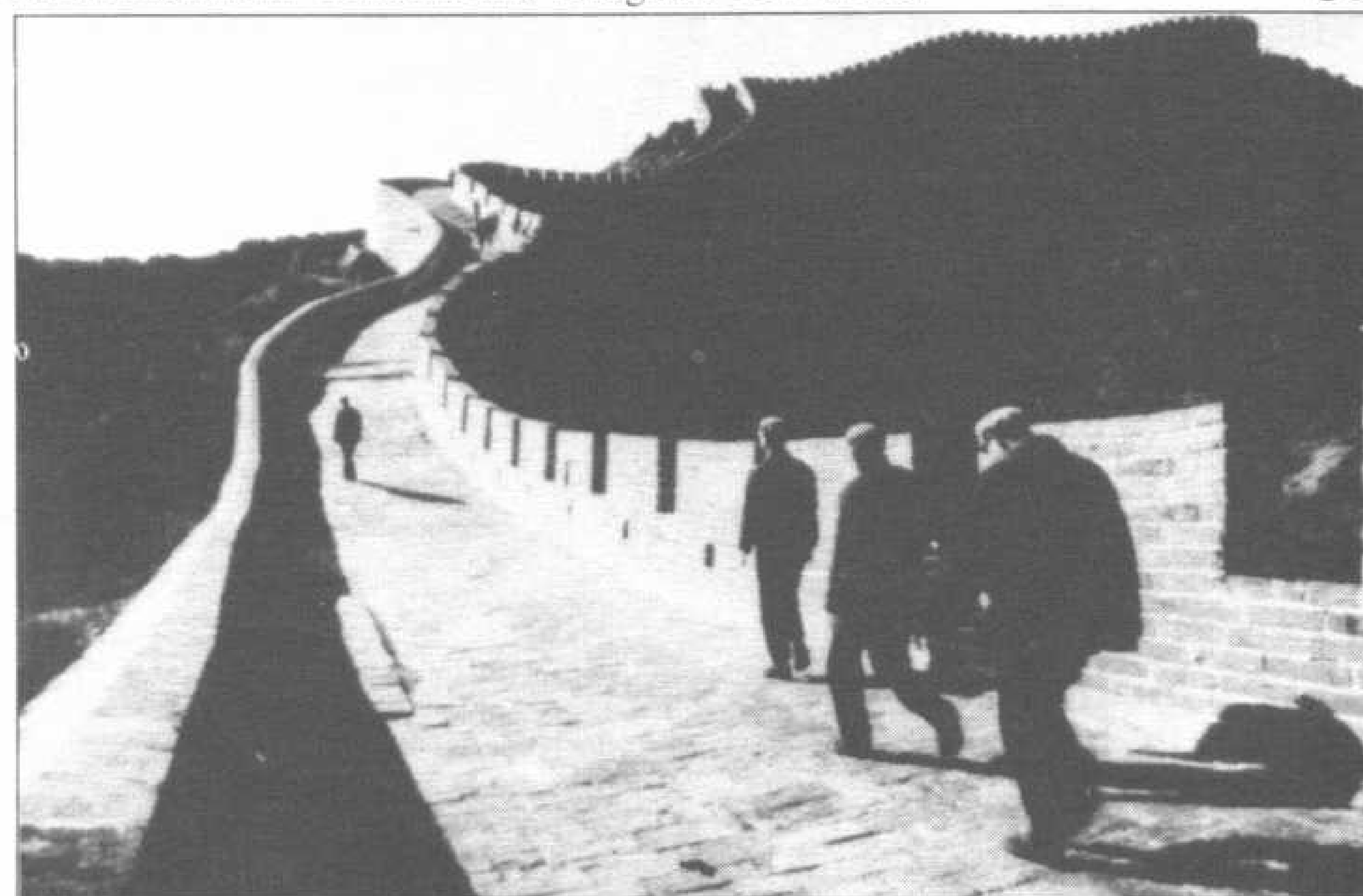


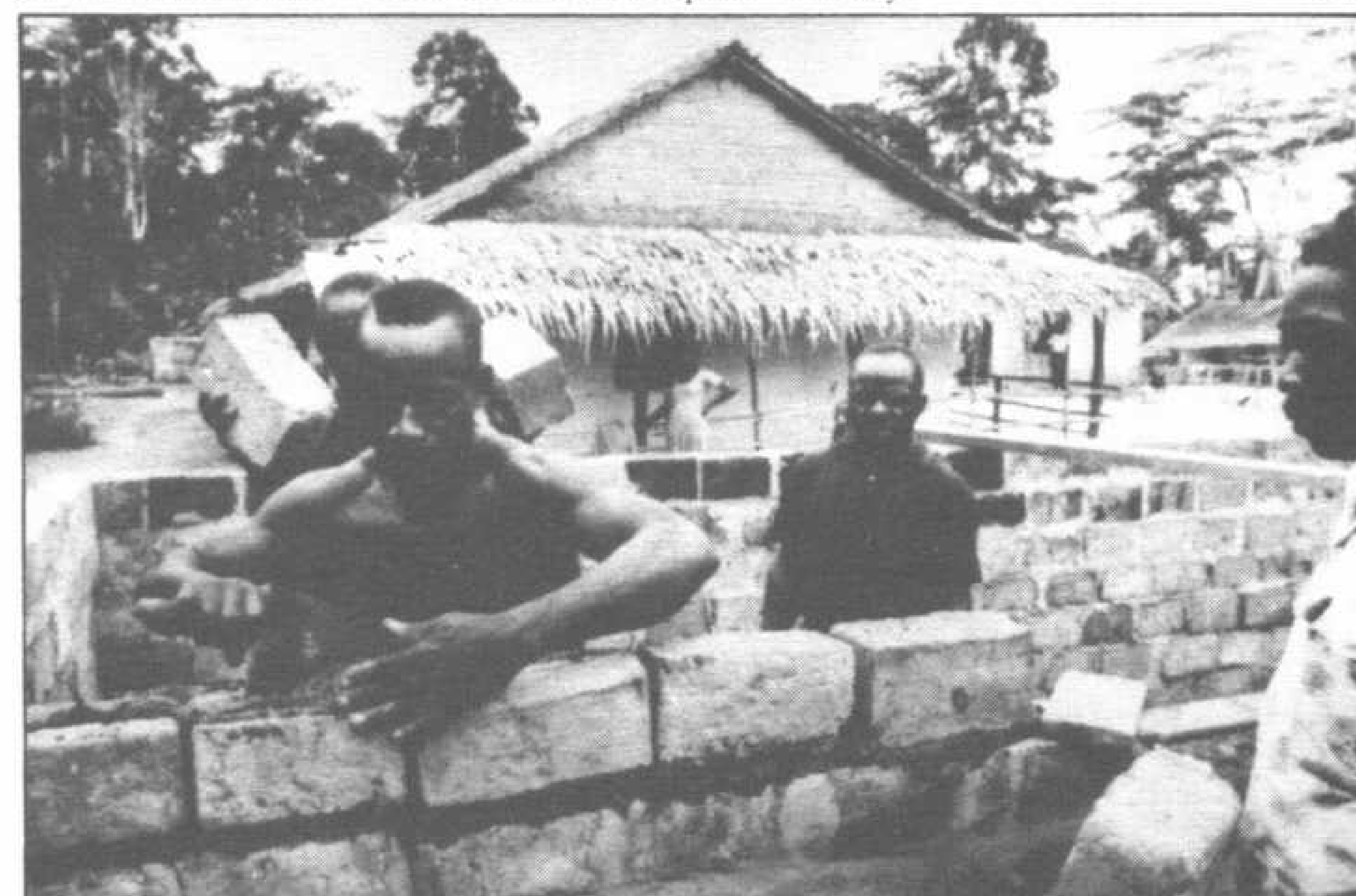
Foto: Hermann Eckelmann, fotógrafo del NAIC.

83

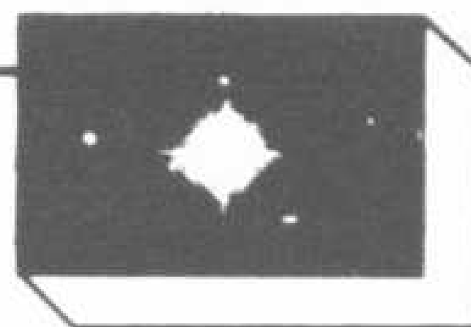


H. Edward Kim, © National Geographic Society.

84



Naciones Unidas.



85



William Albert Allard. © National Geographic Society.

86



Naciones Unidas.

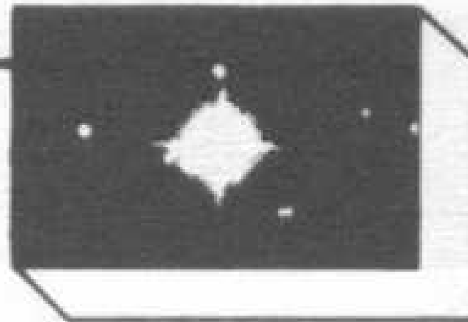
87



85. Escena de construcción
Esta imagen de un granero en construcción muestra la actividad colectiva en una obra. A mano derecha, se ve cómo están clavando a la estructura del edificio los primeros tablones de las paredes.

86. Casa (Cabaña)
Decidimos enseñar las viviendas de los hombres, y en seguida nos encontramos con dificultades para decidir qué era una vivienda humana típica. Esta figura y las dos siguientes muestran unos cuantos ejemplos de la multitud de tipos de casas en las que vivimos.

87. Casa (al estilo de Nueva Inglaterra)
Una típica casa norteamericana. La fotografía parece un poco anticuada para nosotros, pero eso no importará mucho dentro de millones de años.



88



Cedida por F. D. Drake.

89



James L. Amos, © National Geographic Society.

88. Casa (moderna)

Esta casa en Cloudcroft, Nuevo Méjico, es la residencia de John V. Evans, un conocido astrónomo solar.

89. Interior de una casa

Elegimos esta imagen, principalmente, porque tenía una chimenea, y consideramos que el fuego tenía que aparecer por algún sitio. Lo hace posible el oxígeno de nuestra atmósfera, descrito en la figura 13. La fotografía contiene además mucha información adicional: cómo nos sentamos en un taburete, por ejemplo. Quizá la actividad del hombre se pueda relacionar con las pinturas que cubren las paredes, mostrando una parte de nuestras tendencias creativas (al menos en la pintura paisajística). Esta figura se envió en color para mostrar el fuego con más claridad.

90. Taj Mahal

Las figuras 84 a 88 muestran algunos edificios típicos. También queríamos enseñar un tipo de arquitectura más impresionante, y la variedad de edificios que construimos. De entre todo un conjunto de posibilidades —la torre Eiffel, una catedral gótica, una pirámide maya— elegimos el Taj Mahal. El Taj Mahal no es un monumento a la religión sino al amor, y por eso era una opción atractiva. Además es considerado en general uno de los edificios más bellos del mundo.

91. Ciudad inglesa (Oxford)

Las figuras siguientes muestran distintos tipos de ciudades humanas. La información de otras figuras (101 y 102) deberían facilitar a los receptores la identificación de los objetos vistos en la calle.

(Douglas R. Gilbert, tomada de *C. S. Lewis: Images of His World,* Wm. B. Eerdmans Pub. Co.)

90

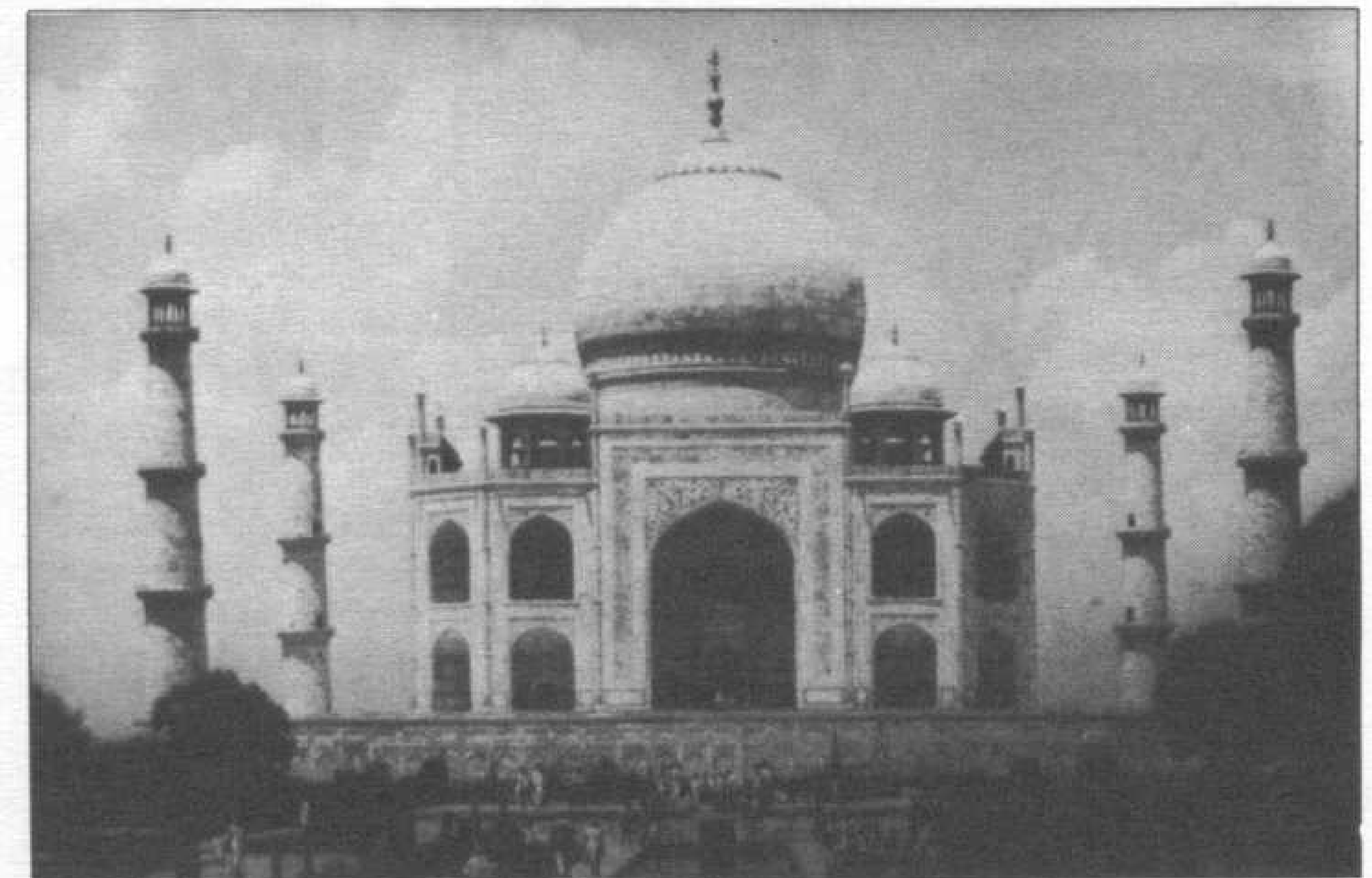
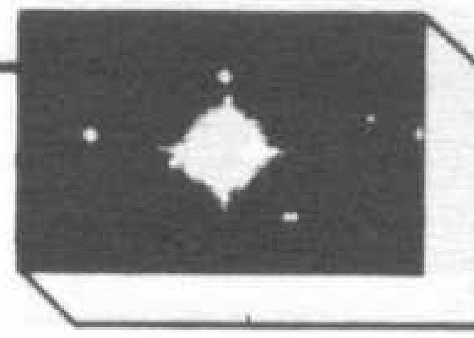


Foto: David Carroll.

91





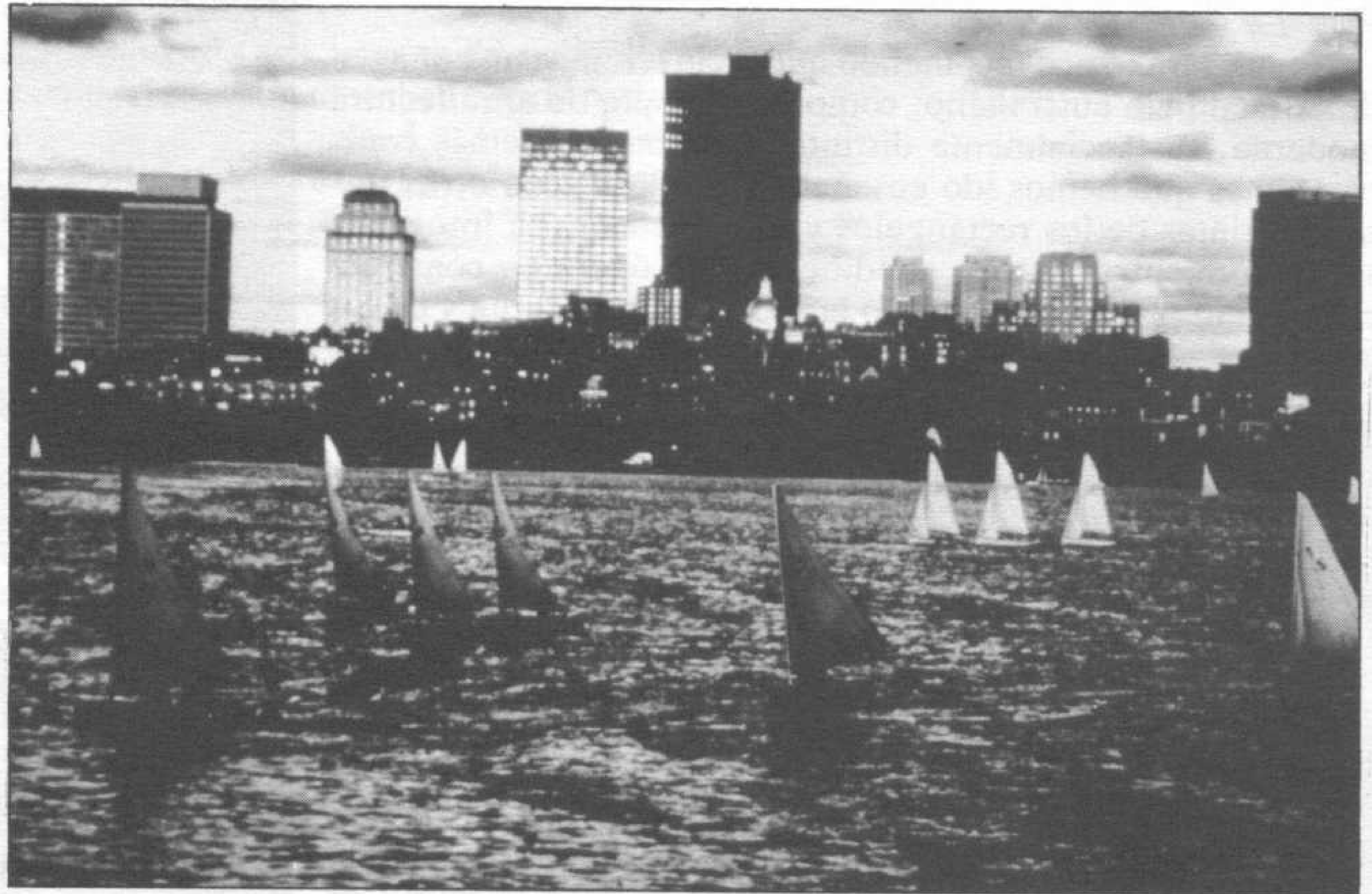
92. Boston desde el río Charles

Esta figura presenta el panorama de una ciudad moderna con sus rascacielos. Los barcos veleros que surcan el río podrían indicar que nos gusta vivir a lo largo de los ríos y de las costas, y que aprovechamos estos medios para el transporte (insistiendo de nuevo en la importancia del agua en nuestro planeta y en nuestra cultura).

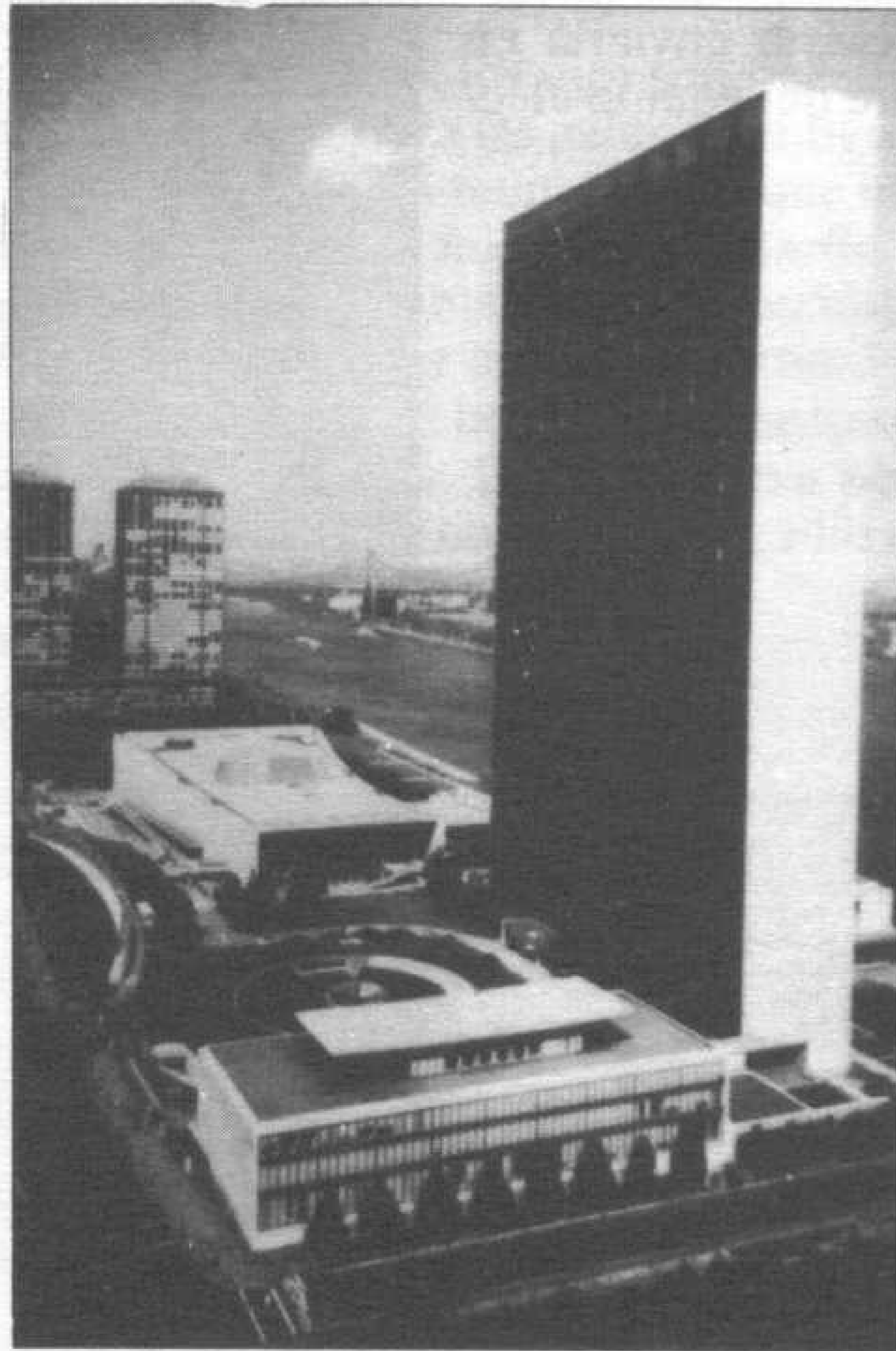
93 y 94. El edificio de la ONU de día y de noche

Queríamos mostrar cómo se iluminan nuestras ciudades, y buscamos una fotografía de una ciudad tomada desde el mismo ángulo de día y de noche. Esta perspectiva del edificio de las Naciones Unidas fue la más apropiada que pudimos encontrar. También nos pareció un ejemplo adecuado, pues simboliza para nosotros (aunque no para los receptores) la esperanza de que este mensaje represente a toda la humanidad, no sólo a los occidentales. La escena nocturna se mandó en color.

92

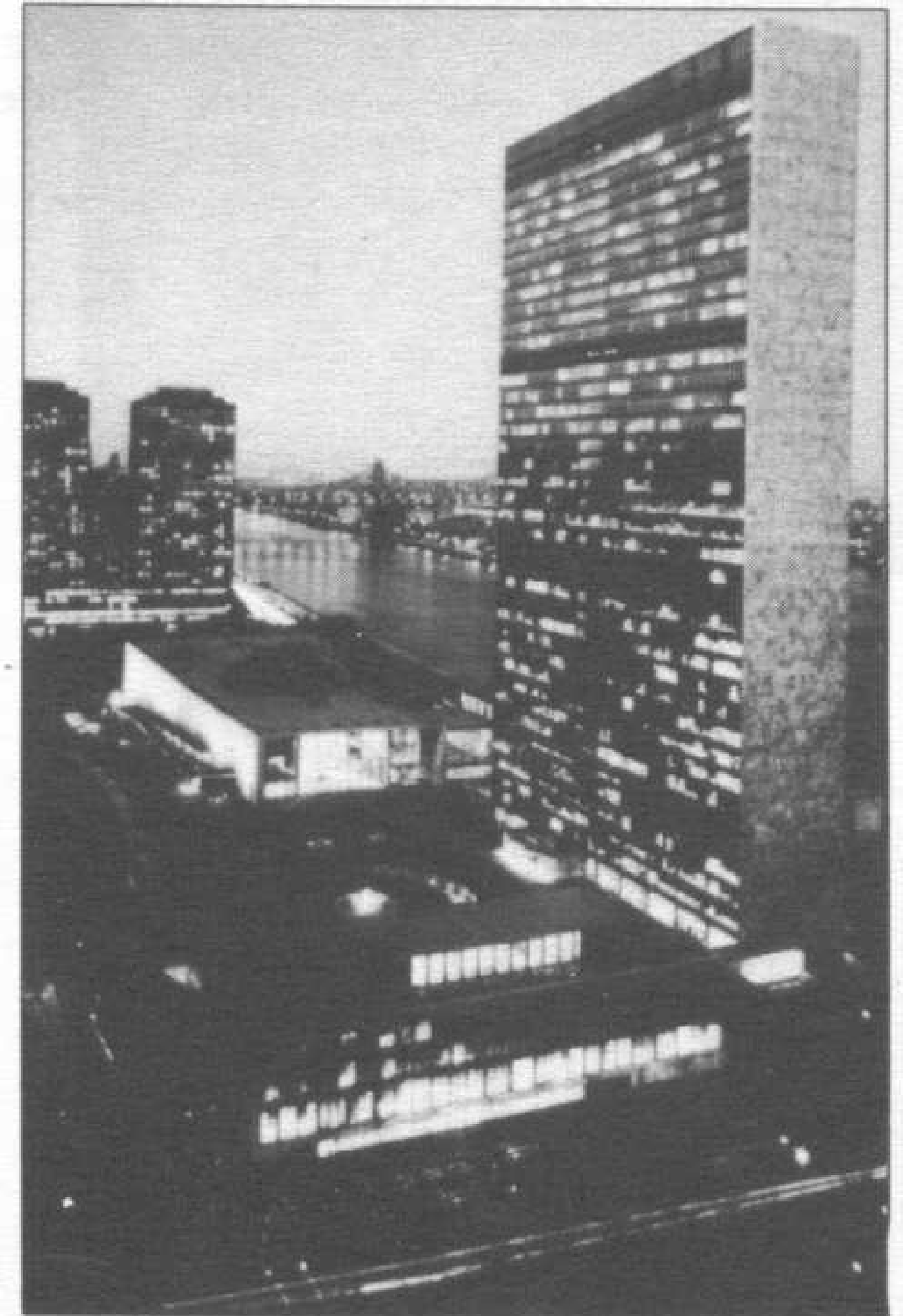


Ted Spiegel, © National Geographic Society.



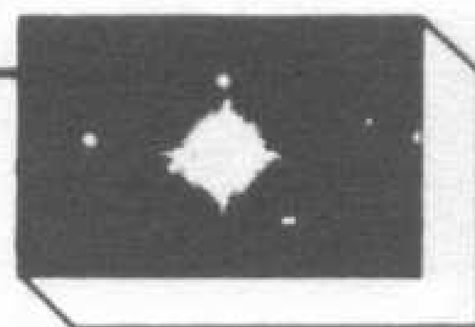
Naciones Unidas

93



Naciones Unidas.

94



95. La Ópera de Sidney

Frank Drake nos recomendó que incluyéramos una imagen de este edificio australiano, como un ejemplo de arquitectura moderna, sustancialmente distinto de todas las demás construcciones que hemos ido enseñando (es decir, con otras formas distintas de los rectángulos y las bóvedas). La fotografía se tomó mientras estaba el edificio de la ópera en construcción, como puede demostrarlo la presencia de la grúa y de los andamios.

96. Artesano con taladrador

Esta figura, al igual que las figuras 63, 64 y 68, es un primer plano de las manos y de la cara; pero aquí enseñamos la utilización de las manos en un proceso industrial que requiere una máquina.

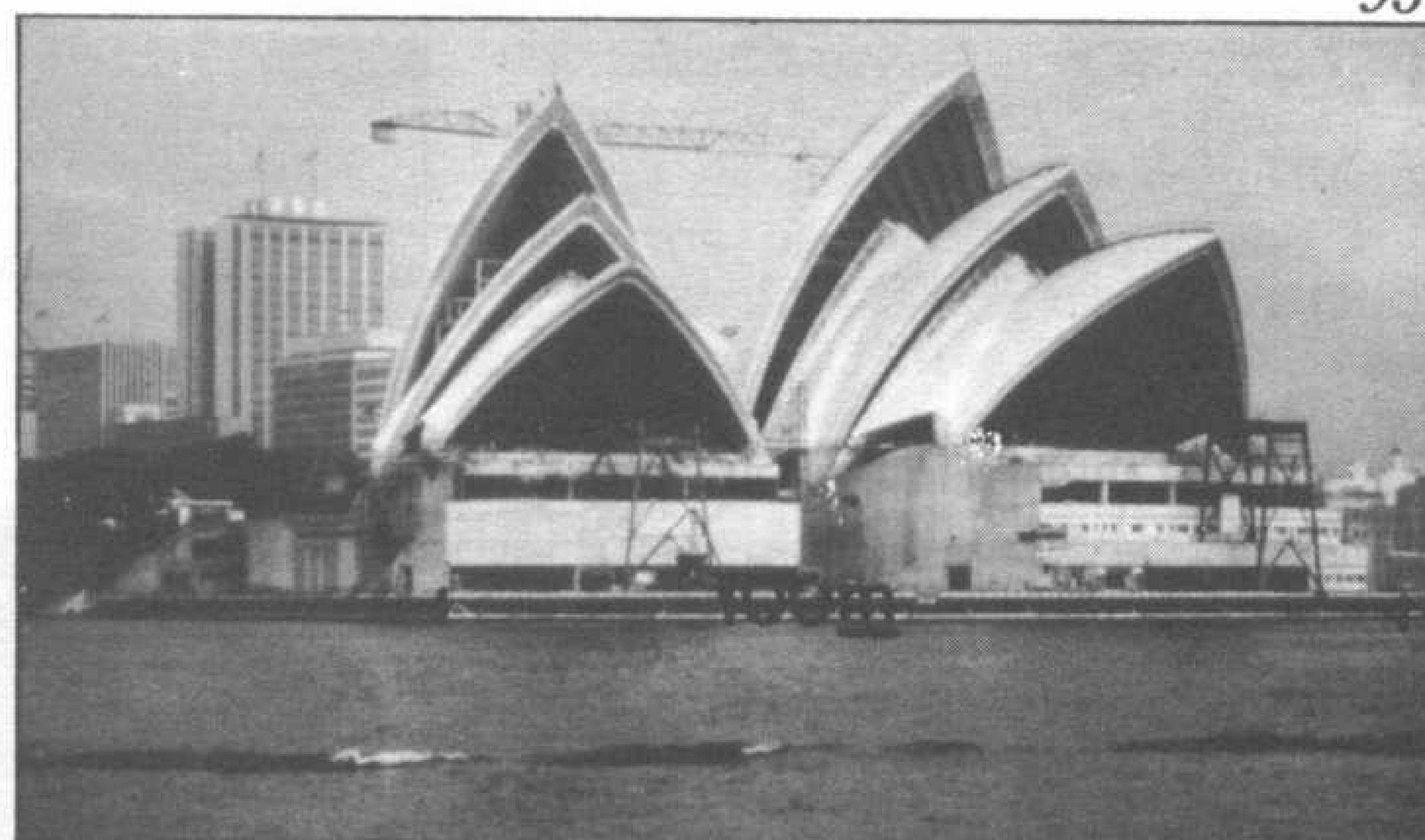
(Bill St. John de la Whittier [CA] Gem and Mineral Society, trabajando con una máquina taladradora diseñada por Sol Stern, un compañero. Cedida por cortesía de Frank Hewlett. Del libro *Gem Cutting* de John Sinkankas, fig. 72.)

97. Interior de una fábrica

Al igual que sucedía con las figuras 84 y 85, que mostraban en primer lugar la construcción individual y luego la colectiva, esta figura es una continuación natural de la figura 96. Un grupo de hombres trabaja con máquinas en una fábrica moderna de instrumentos de precisión. Era necesario enviarla en color para que se viese el brillo incandescente del equipo eléctrico.

(Fotografía de Fred Ward: *Factory Interior*.)

95

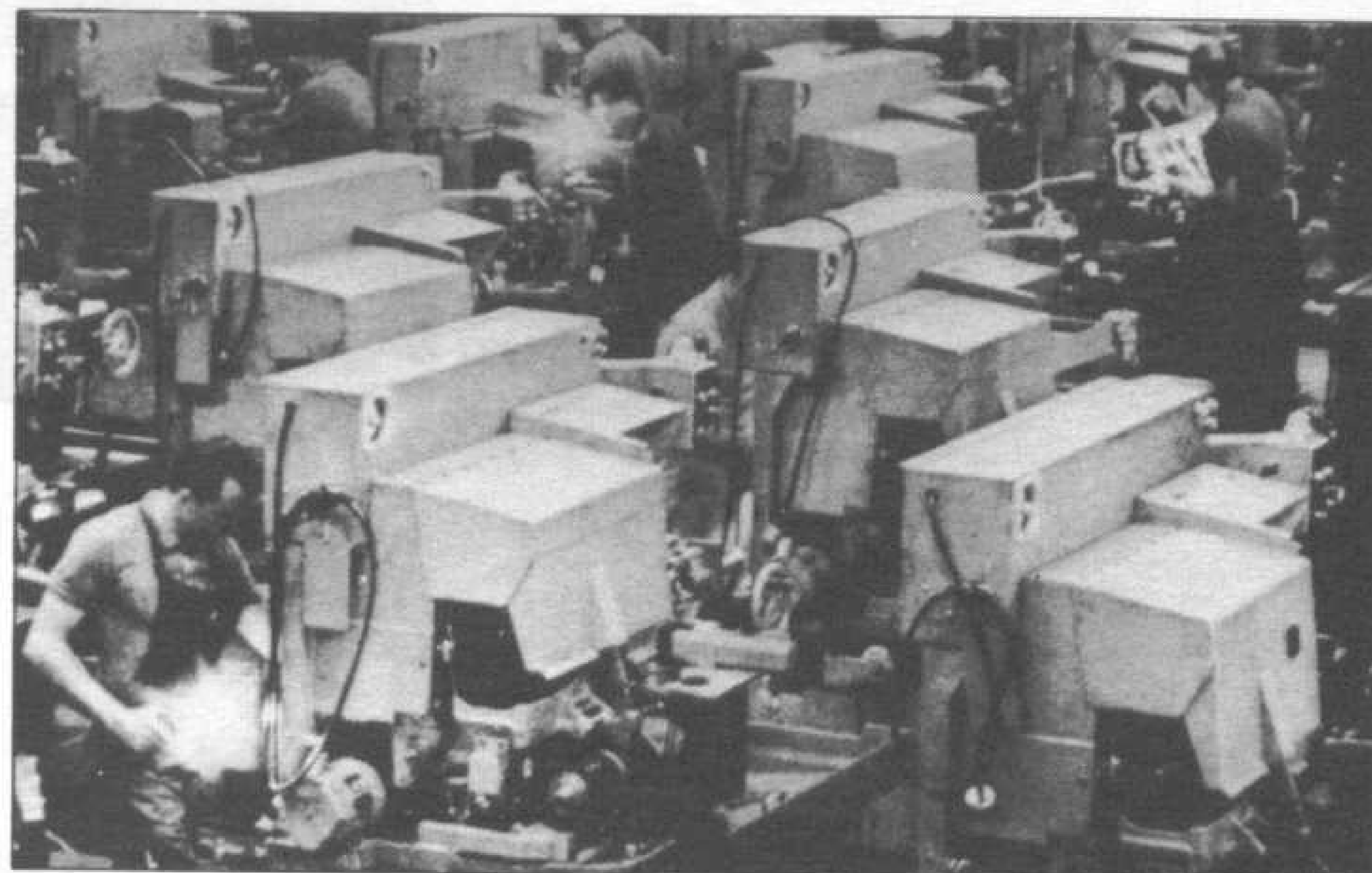


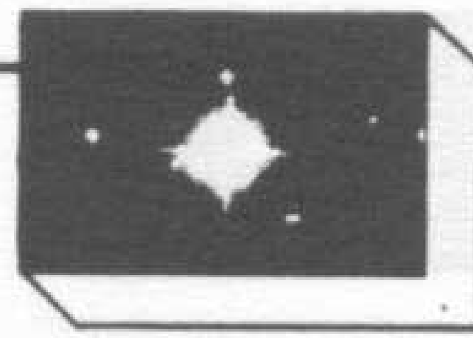
Michael E. Long, © National Geographic Society.

96



97





98. Museo

He aquí a un grupo de personas contemplando los huesos de animales prehistóricos en un museo. Encima de sus cabezas hay un mural en el cual están retratados los mismos animales tal como habían sido en vida. Las transparencias de anatomía (figuras 18-25) y la figura que viene ahora (99) pueden ayudar a los receptores a reconocer los huesos en esta imagen.

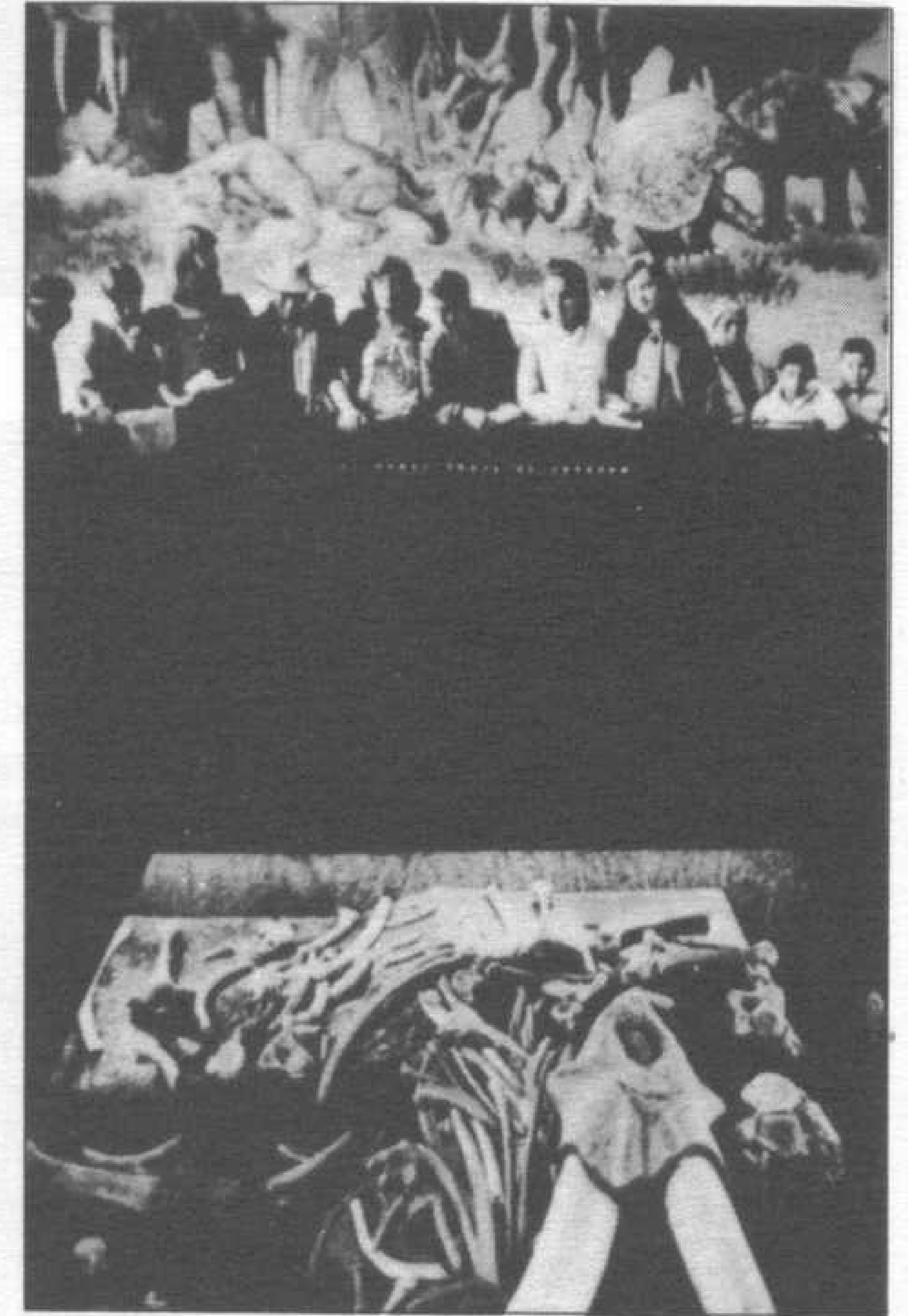
99. Radiografía de una mano

La versatilidad de las manos ha tenido en nuestra evolución cultural un papel nada desdeñable, y ya hemos mostrado manos realizando una gran variedad de tareas, porque opinamos que la repetición subraya la importancia del objeto. Queríamos también que en una figura se hiciese alusión a la tecnología médica. Se nos ocurrió que una radiografía del cuerpo humano indicaría que podemos dirigir nuestra tecnología hacia nuestra propia biología. Y después de mirar varias, decidimos que una mano se destacaría mejor, y sería una parte del cuerpo que los receptores reconocerían con facilidad. Herman Eckelmann y yo fuimos al hospital del condado de Tompkins y en su departamento de radiología hicimos esta fotografía. Teresa Cima, una radióloga especialista, está apoyando su mano como comparación.

100. Mujer con microscopio

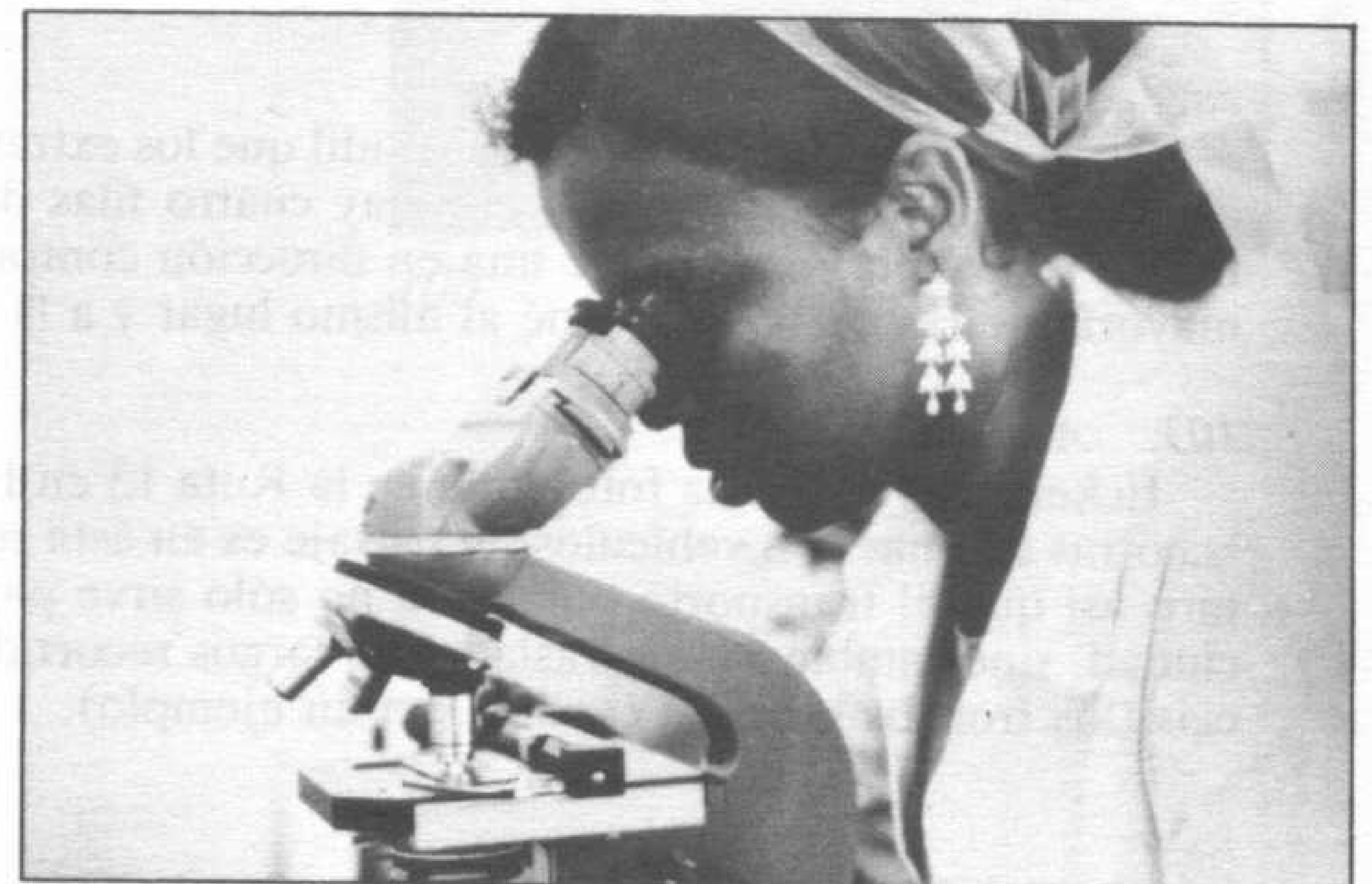
Si alguna vez los extraterrestres rescatan el Voyager, encontrarán a bordo de la nave algunos de los instrumentos automáticos que utilizamos. Quisimos pues mostrar un instrumento científico manejado por una persona. Si el ejemplo de otras imágenes ha sugerido ya a los receptores que los ojos son nuestros órganos de visión, y si han adivinado la función que tienen las gafas en la figura 68, podrán inferir también la función del microscopio. La fuente de luz que hay bajo el microscopio puede ser una pista adicional. La microfotografía de la división celular (figura 17) demostrará que hemos descubierto el microscopio. Carl Sagan dedujo que el de esta figura no pudo haber sido el que tomó la figura 17. En cualquier caso los receptores sabrán que tenemos microscopios, pues lo que aparece en la imagen es un ejemplo de ello. La mujer lleva pendientes. Esperamos que serán reconocidos como joyas y no como una radio en miniatura tipo *Star Trek*, o como una etiqueta con el nombre.

98

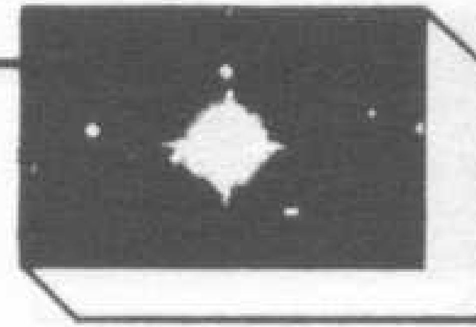




99 Foto: Hermann Eckelmann, fotógrafo del NAIC.



100 Naciones Unidas.

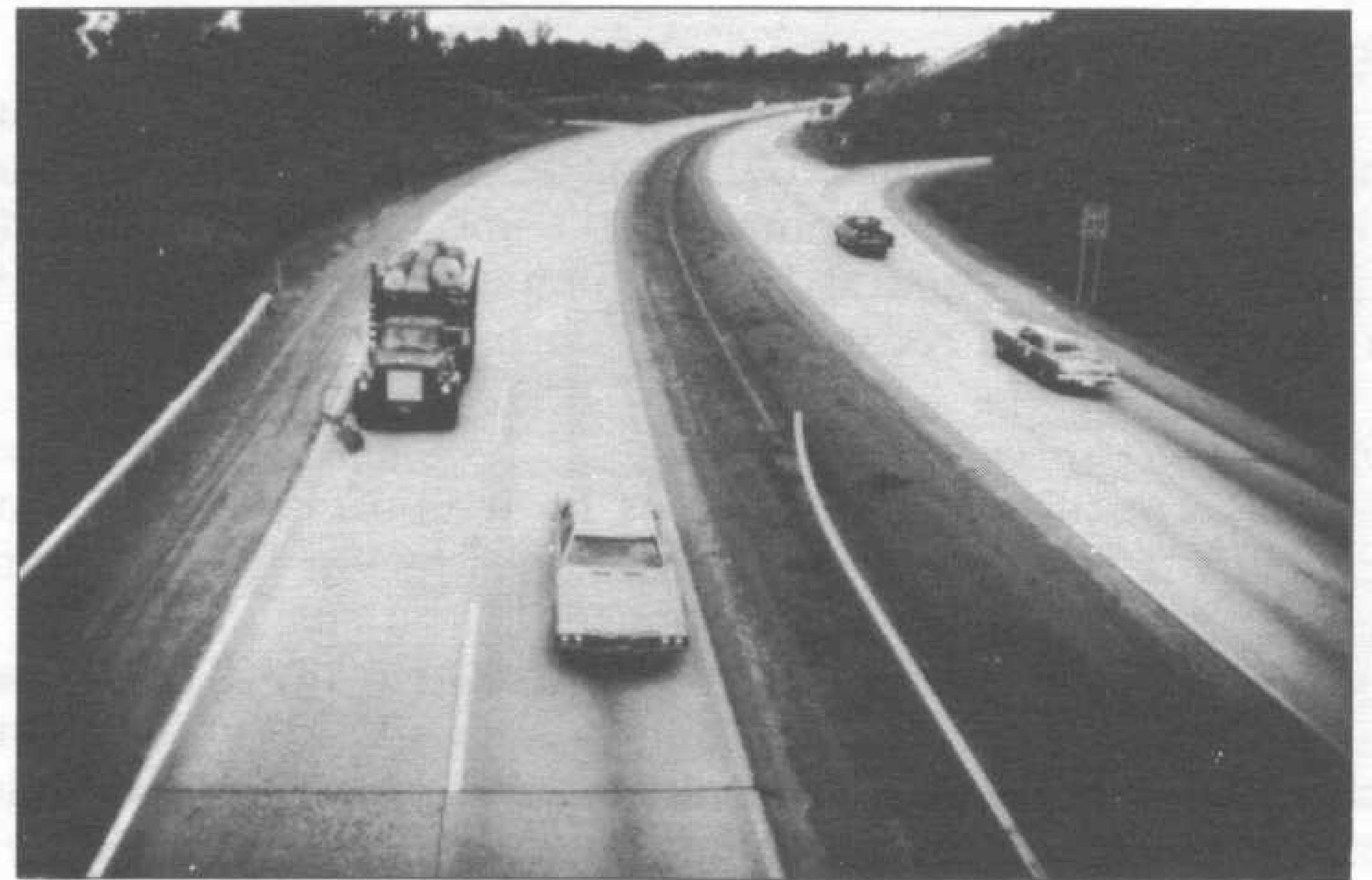


101



Naciones Unidas.

103



Naciones Unidas.

102

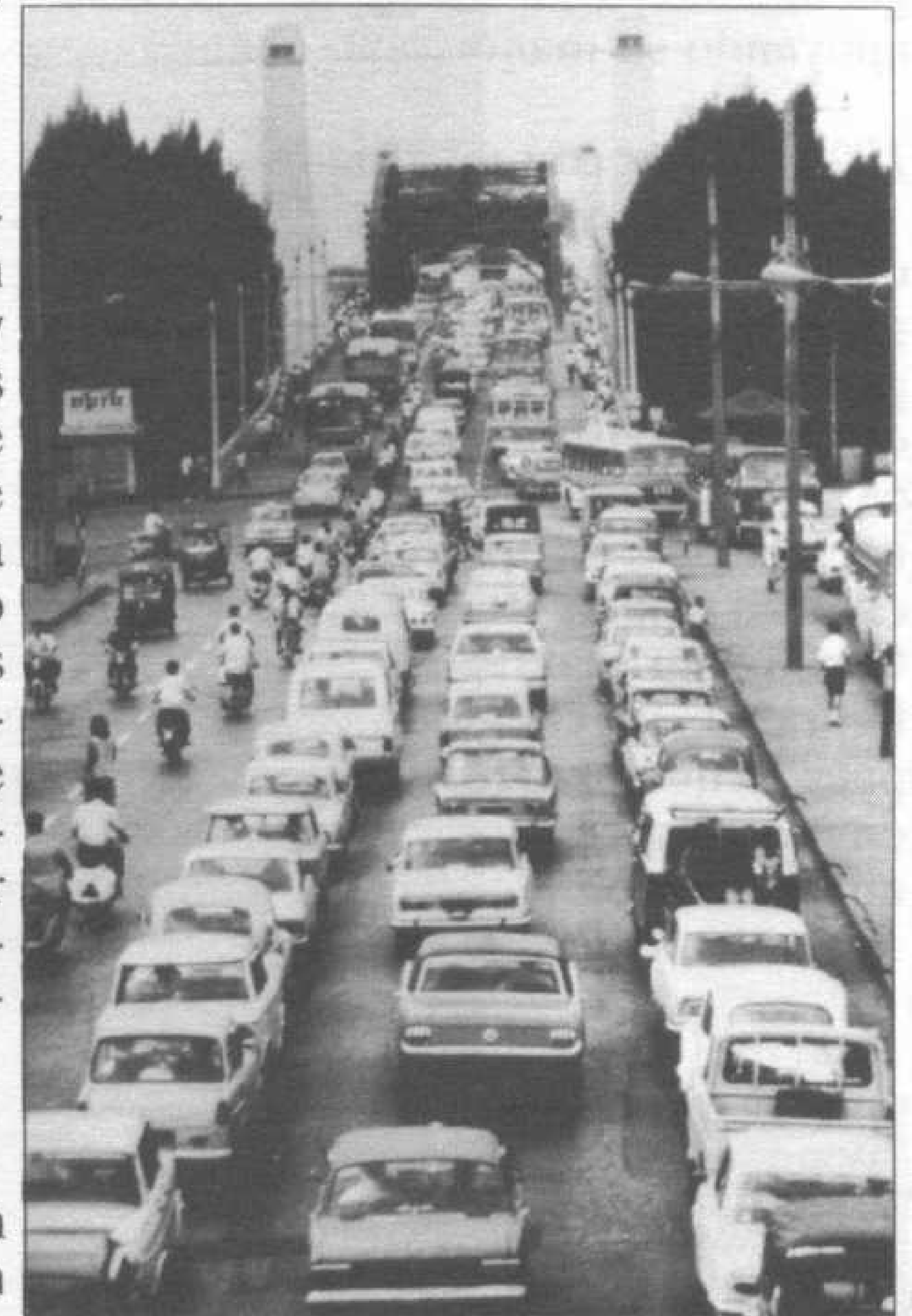


Foto: Hermann Eckelmann. Fotógrafo del NAIC.

Las figuras comprendidas entre la 101 y la 108 muestran diversos medios de transporte humano.

101. Escena callejera (Pakistán)

Puede que ésta sea, en la colección, la figura con mayor densidad de información. La fotografía ha fijado el bullicioso tráfico de una hora punta, con automóviles (de tres y cuatro ruedas), bicicletas, motos, carros de caballos y peatones yendo en ambos sentidos por una calle de doble dirección, mientras las vacas sagradas pasan el rato perezosamente echadas sobre la banda de separación. Se trata de una sección representativa de los medios de transporte locales, que elimina una ambigüedad que podía subsistir en el resto de la colección. En algunas figuras aparecen personas en situaciones primitivas, o por lo menos pretecnológicas; en otras mostramos tecnología y maquinarias sofisticadas. Los receptores podrían pensar que estamos enseñando varios niveles de nuestra historia y que actualmente el mundo es ya completamente tecnológico. Pero esta figura demuestra que lo moderno y lo primitivo coexisten, que los seres humanos en el momento en que fue lanzado el Voyager usaban tanto vehículos de motor como carros tirados por animales. Esto indicará que somos una civilización científicamente joven con un desarrollo tecnológico muy irregular.

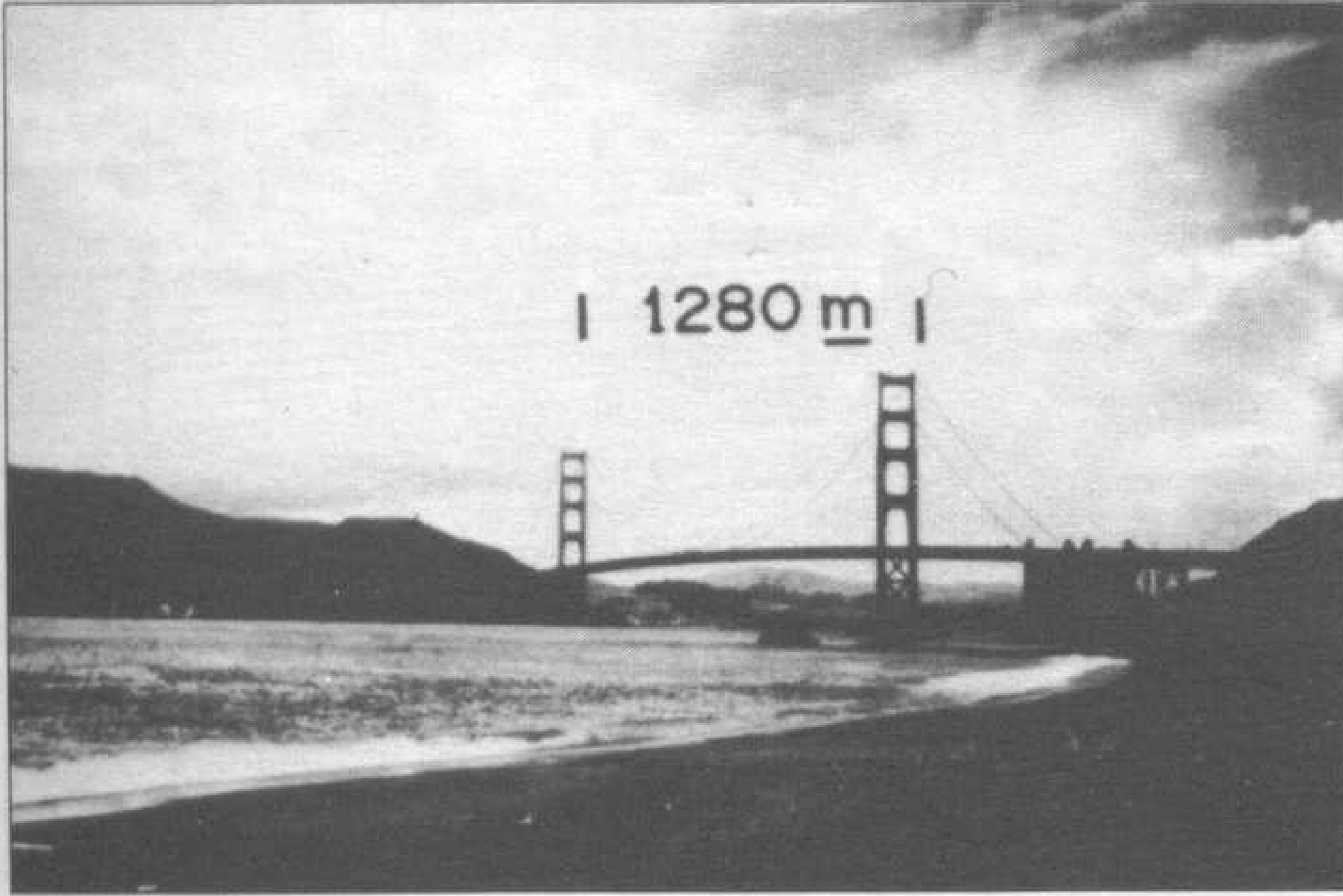
102. Escena callejera

Hora punta en la India. Un dato sutil que los extraterrestres quizá noten en estas ciudades abarrotadas es que hay cuatro filas de vehículos yendo en la misma dirección y solamente una en dirección contraria; esto sugerirá que la mayoría de la gente va o viene al mismo lugar y a la misma hora.

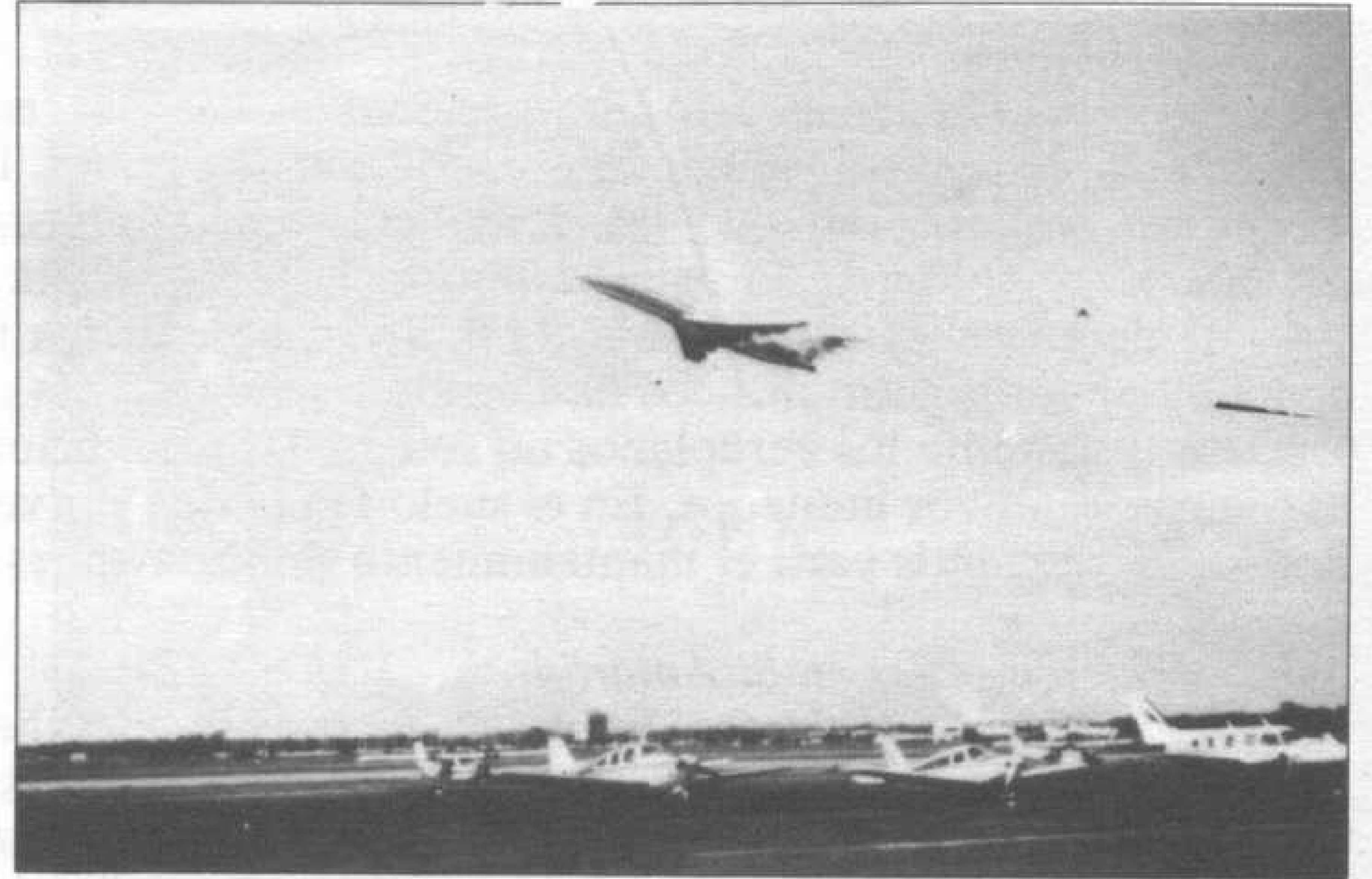
103. Autopista

Eckelmann hizo esta fotografía en la Ruta 13 en Ithaca: Contrariamente a las otras escenas con vehículos, el paisaje es en ésta rural, no urbano. Mostramos así que el transporte por tierra no sólo sirve para moverse dentro de la ciudad, sino también para trasladar en largos recorridos a personas y mercancías (los troncos sobre el camión son un ejemplo).

104



106



Fotografía de Gordon W. Gahan, © National Geographic Society.

104. El puente de Golden Gate desde la playa de Baker

Philip Morrison nos sugirió que incluyéramos una figura de un puente colgante, pues su forma, que responde directamente a su función y a su estructura, está determinada por las leyes de la física. Estas razones la convierten en una estructura que los extraterrestres deberían reconocer y comprender. También muestra que nuestras carreteras atraviesan los ríos. Ansel Adams tomó esta fotografía.

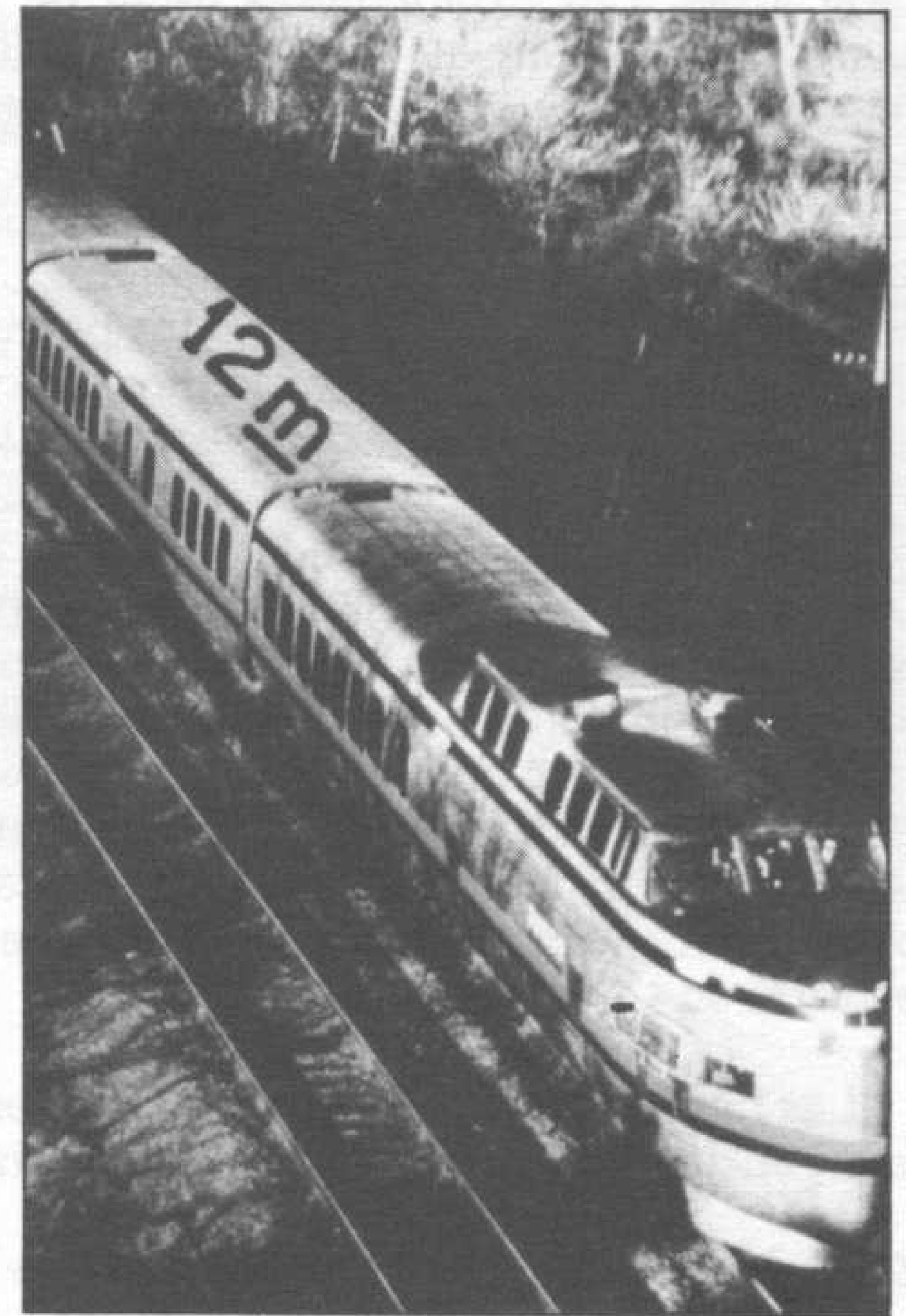
(Fotografía de Ansel Adams: *The Golden Gate and Bridge from Baker's Beach, San Francisco, California, hacia 1953.)*

105. Tren

Un turbotren en el trayecto Boston-Washington. El segundo par de vías indica la naturaleza del vehículo, distinguiéndolo de los camiones y coches de las fotografías anteriores. En la ventana frontal se distingue una cara.

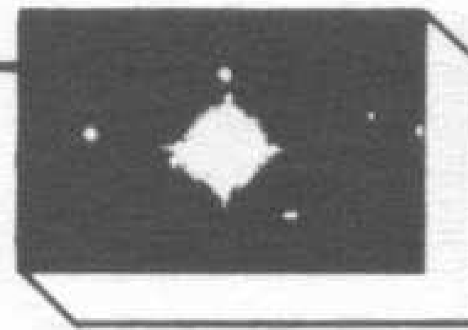
106. Aeroplano en vuelo

Frank Drake tiró esta fotografía en la carretera que va al aeropuerto de Siracusa; a cuatro pasos de los agentes de seguridad, quienes sin duda se preguntaban qué estaba haciendo ahí. ¡Todo sea por la ciencia! El avión acaba de despegar y en tierra se ven diferentes tipos de aeroplanos más pequeños.



105

Cedida por F. D. Drake.



107. Aeropuerto

Vista aérea del aeropuerto Internacional de Toronto, en la que pueden verse distintos tamaños y modelos de aviones. Los receptores reconocerán que los aeroplanos son los mismos vehículos que vieron en la figura anterior. Esta fotografía les informa de que nuestros sistemas de transporte necesitan terminales —puntos centralizados de llegada y salida— y de que utilizamos bastante los aeroplanos no sólo en las expediciones y en otros objetivos limitados. En el suelo se pueden ver vehículos más pequeños para el mantenimiento de los aviones.

108. Vehículo polar en la Antártida

Bien, no somos perfectos. Esta figura, con la que acaba la secuencia de los transportes, se hizo en la expedición transantártica de sir Vivien Fuch en 1958. El hielo se ha resquebrajado formando una grieta bajo el vehículo, el cual se mantiene en equilibrio precario, incapaz de moverse hacia delante o hacia atrás. Los exploradores están de pie alrededor en un gesto de preguntarse: «¿Y ahora qué hacemos?» Podíamos justificar la inclusión de esta lámina alegando que muestra el territorio polar y un vehículo oruga. En realidad, se trata de una broma, la única nota de humor deliberado en la parte correspondiente a las figuras del disco. Cuanto más nos mirábamos esta figura más divertida nos parecía. El vehículo parece casi desconcertado, balanceándose desvalido con el nombre de la expedición pintado con grandes letras en un costado (¿escrito quizá para que lo vieran los pingüinos?). La tripulación de la nave espacial que recupere el Voyager debe de haber tenido sus propias experiencias con naves, tractores o trineos encallados en los inimaginables lodos de planetas lejanos. Es posible que el rescate de vehículos atrapados sea una experiencia que compartimos con los exploradores de otros mundos, por avanzados que estén. Digamos de paso que los exploradores de la figura lograron con la ayuda de otro vehículo oruga sacar el suyo del borde del abismo y continuar por vía terrestre su travesía de la Antártida.

Las figuras 109 a 113 muestran algunos aspectos de nuestra emergencia como una civilización que viaja por el espacio.

109. Radiotelescopio (Interferómetro de Westerbork)

Un interferómetro es un grupo de antenas de radio que puede funcionar como un único telescopio. Aquí un grupo de personas en bicicleta (reconocibles por la figura 101) lo está contemplando. La forma de una antena parabólica, como la del puente colgante, está determinada totalmente por la función que ha de realizar, y por lo tanto los radioastrónomos de otra especie deberían poder reconocerla.

107



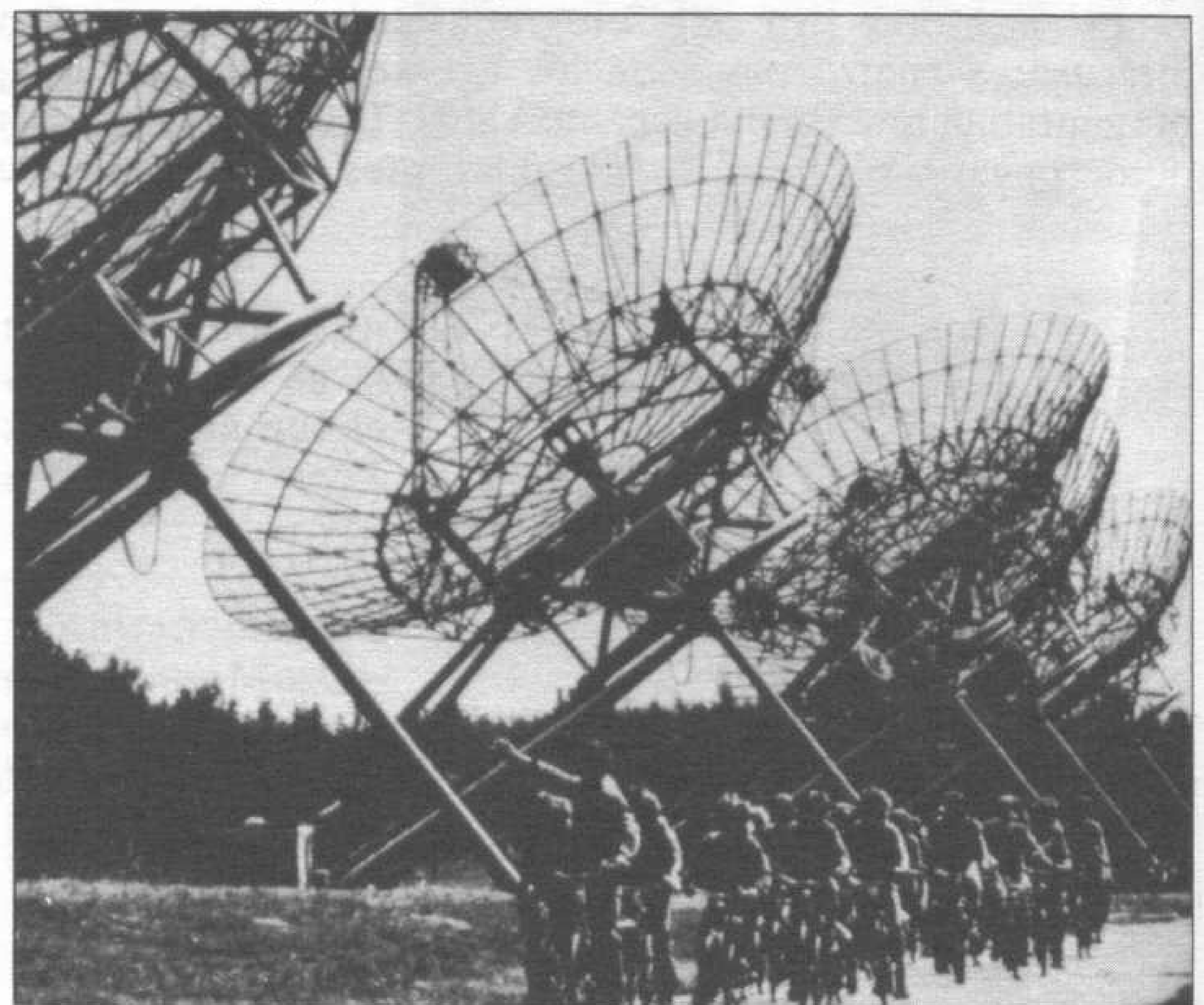
Lawson Graphics (Pacific) Ltd.

108



© National Geographic Society.

109



James P. Blain, © National Geographic Society.

110. Observatorio de Arecibo

El telescopio de 305 m de diámetro construido en una concavidad natural en un valle de Puerto Rico es el telescopio de radio/radar más grande del mundo. El observatorio forma parte del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera (NAIC) y está subvencionado por la National Science Foundation. Frank Drake es el director del NAIC y utilizó este telescopio (en un intento fallido) para buscar radioseñales emitidas en dirección nuestra de otras civilizaciones del espacio. Una civilización avanzada podría utilizar radiotelescopios para comunicarse con otras. Esta figura muestra que la Tierra está lista para participar en dicha conversación.

111. Página de un libro

Los libros han sido el medio utilizado por los hombres para almacenar y recordar la información no incorporada a sus genes o a su cerebro. Sin libros y sin escritura nuestra civilización no se hubiera desarrollado. La utilización de notaciones en toda la colección de figuras demuestra el uso que hacemos de los símbolos. Queríamos además enseñar la forma que estos símbolos tienen en nuestro mundo, y quisimos enseñar la página de un libro. Pero, ¿qué página y de qué libro?

Pasé una hora maravillosa con Donald Eddy, el conservador de los libros incunables de la biblioteca de Cornell, mirando los libros más bellos que he visto nunca: una página original de Shakespeare, una edición renacentista de Chaucer con deliciosos grabados en madera, una edición de la geometría de Euclides de hace cuatrocientos años. Philip Morrison nos sugirió que la página más adecuada para enviar sería una del *Sistema del Mundo* de sir Isaac Newton en el cual, por primera vez en la historia de la humanidad, se explica y se dibuja correctamente el lanzamiento en órbita de un objeto. Esta página fue, en cierto modo, el primer eslabón de una trayectoria que lleva hasta el Voyager. El diagrama con el lanzamiento de las balas de cañón en varias trayectorias orbitales y suborbitales no sólo tiene una importancia histórica, sino que posiblemente sea descifrable para los receptores, quienes sin duda conocen la balística del lanzamiento de satélites. Además, el diagrama está señalado con letras (AFB representa la superficie de la Tierra, C el centro de la Tierra, etc.), y estos grupos de letras reaparecen en el texto. Puede que los receptores asocien los grupos de letras del diagrama con los del texto. Aparece una mano girando la página, a fin de indicar que un libro contiene más de una hoja de papel. En las páginas pueden leerse los números 6 y 7, y los receptores ya habrán aprendido qué significan los números. La edición que fotografiamos se publicó en 1728. Seleccionamos el libro más pequeño para que de acuerdo con la resolución televisiva de las figuras, las letras de las páginas fuesen más grandes, distintas y claras. Todas las letras se pueden leer, incluso después de reproducir estas figuras como una imagen televisiva.

110

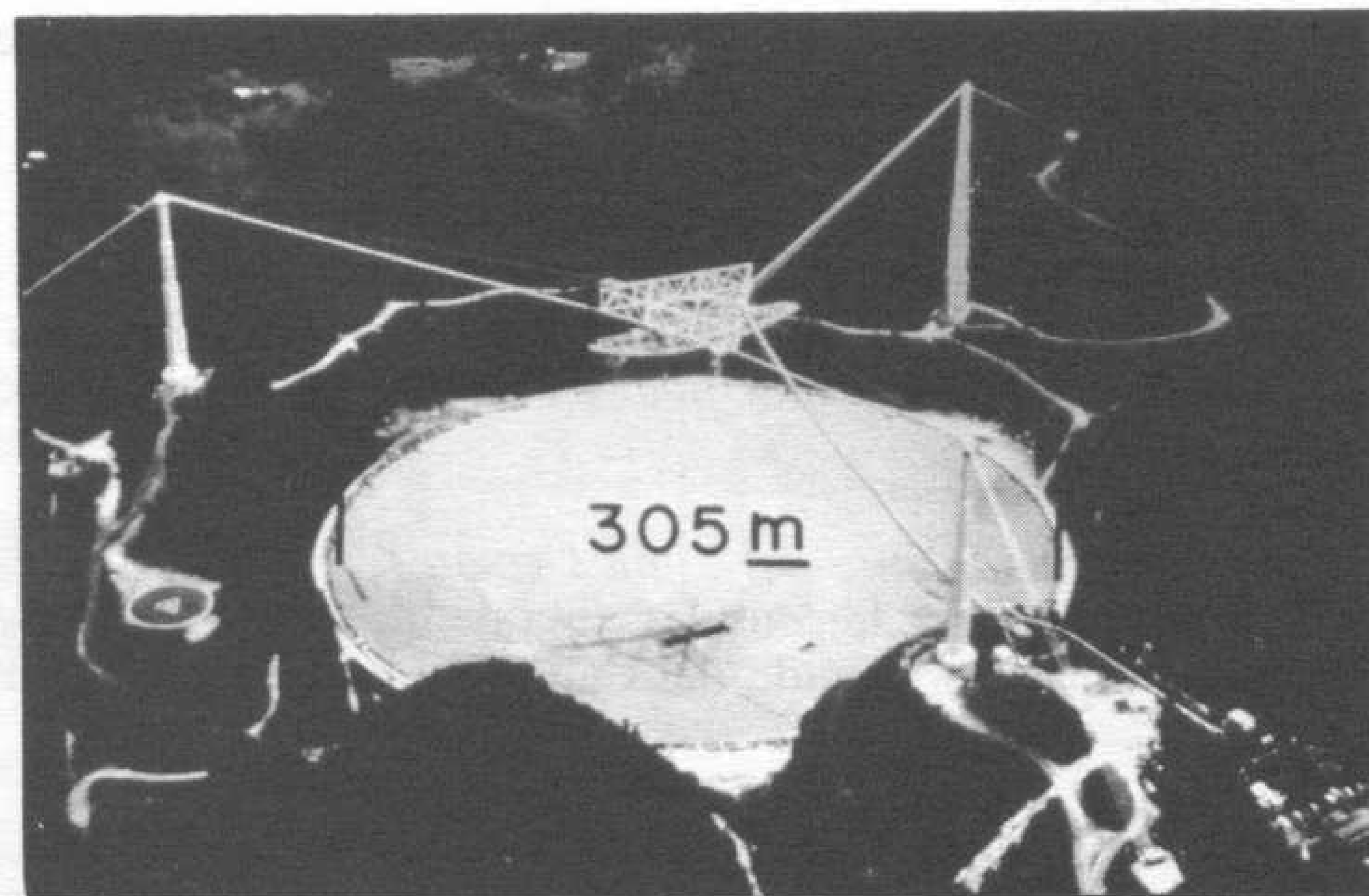
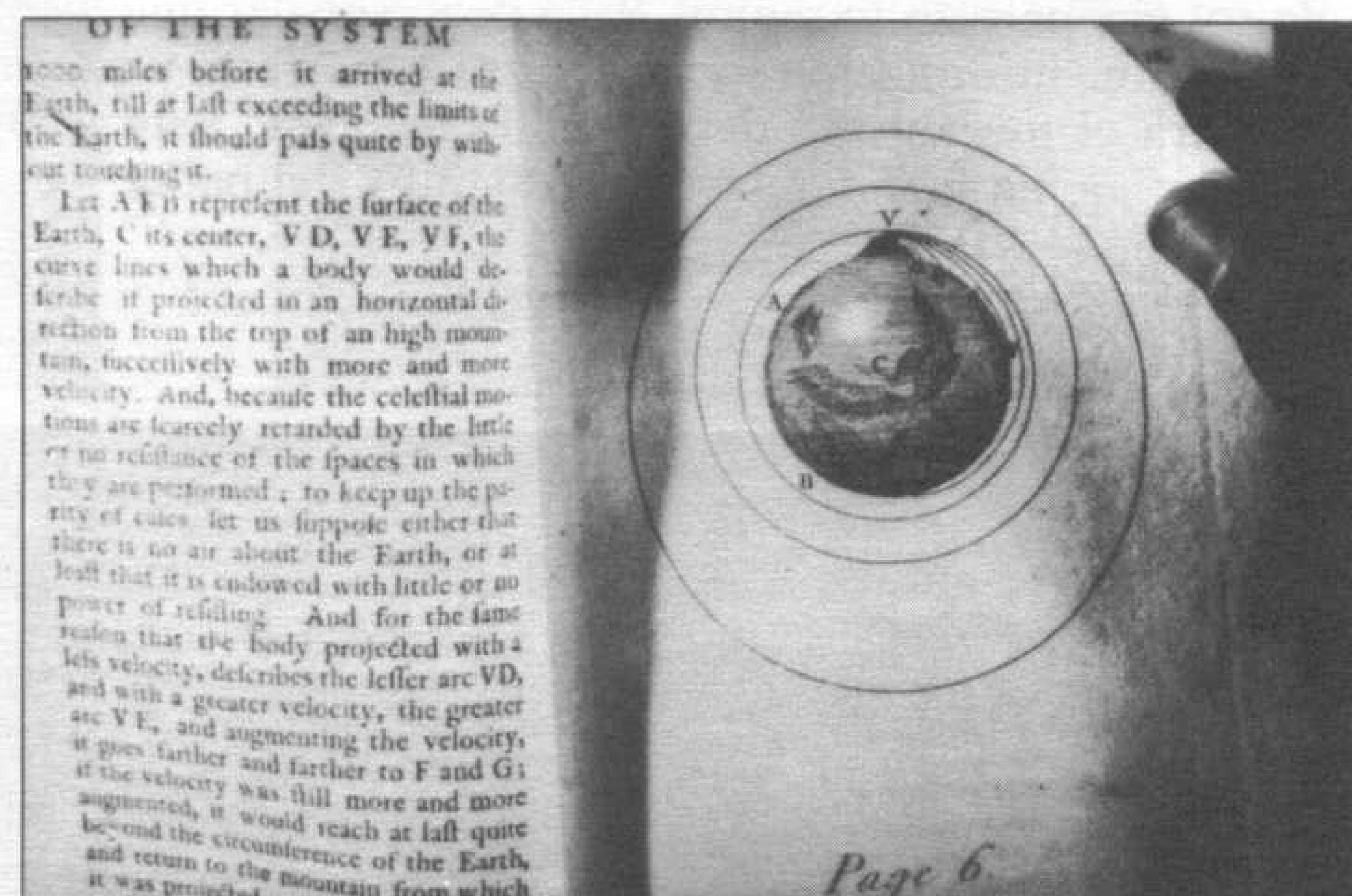


Foto: Herman Eckelmann, fotógrafo del NAIC.

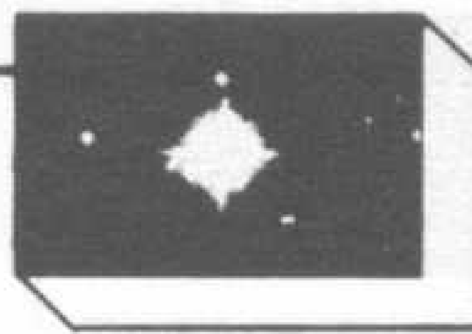


OF THE SYSTEM

miles before it arrived at the Earth, till at laſt exceeding the limits of the Earth, it ſhould paſs quite by without touching it.

Let AFB repreſent the ſurface of the Earth, C its center, VD, VE, VF, the curve lines which a body would deſcribe if projected in an horizontal direction from the top of an high mountain, ſucceſſively with more and more velocity. And, becauſe the celeſtial motions are ſcarcely retarded by the little or no reſiſtance of the ſpaces in which they are performed; to keep up the parity of caſes let us ſuppoſe either that there is no air about the Earth, or at leaſt that it is endowed with little or no power of reſiſting. And for the ſame reaſon that the body projected with a leſs velocity, deſcribes the leſſer arc VD, and with a greater velocity, the greater arc VE, and augmenting the velocity, it goes farther and farther to F and G; if the velocity was ſtill more and more augmented, it would reach at laſt quite beyond the circumference of the Earth, and return to the mountain from which it was projected

111



Las dos figuras siguientes muestran los principios de Newton en la práctica, dando otra pista sobre el significado del texto.

112. Astronauta en el espacio

El astronauta norteamericano James McDivitt en un paseo por el espacio durante un vuelo orbital Gemini. Su mano es visible y los receptores reconocerán que se trata de una figura humana. Se envió en color para relacionar positivamente el planeta con la Tierra de las figuras 12 y 13.

113. El lanzamiento del Titán Centaur

El Voyager fue lanzado encima de un cohete Titán Centaur idéntico al que aparece aquí despegando del Cabo Cañaveral en 1975 y lanzando al Viking en su viaje a Marte.

114. Puesta de sol

Pensamos que había que escoger al menos una figura simplemente por su belleza, una figura que sólo dijera lo bello que es nuestro planeta. Una puesta de sol nos pareció lo mejor. Pero debo señalar que los tonos rojizos de la luz dan alguna información sobre nuestra atmósfera, y que la silueta de los pájaros muestra el mecanismo del vuelo de las aves. Esta fotografía la tomó David Harvey, quien hizo también la fotografía del padre y el hijo (figura 35).

112



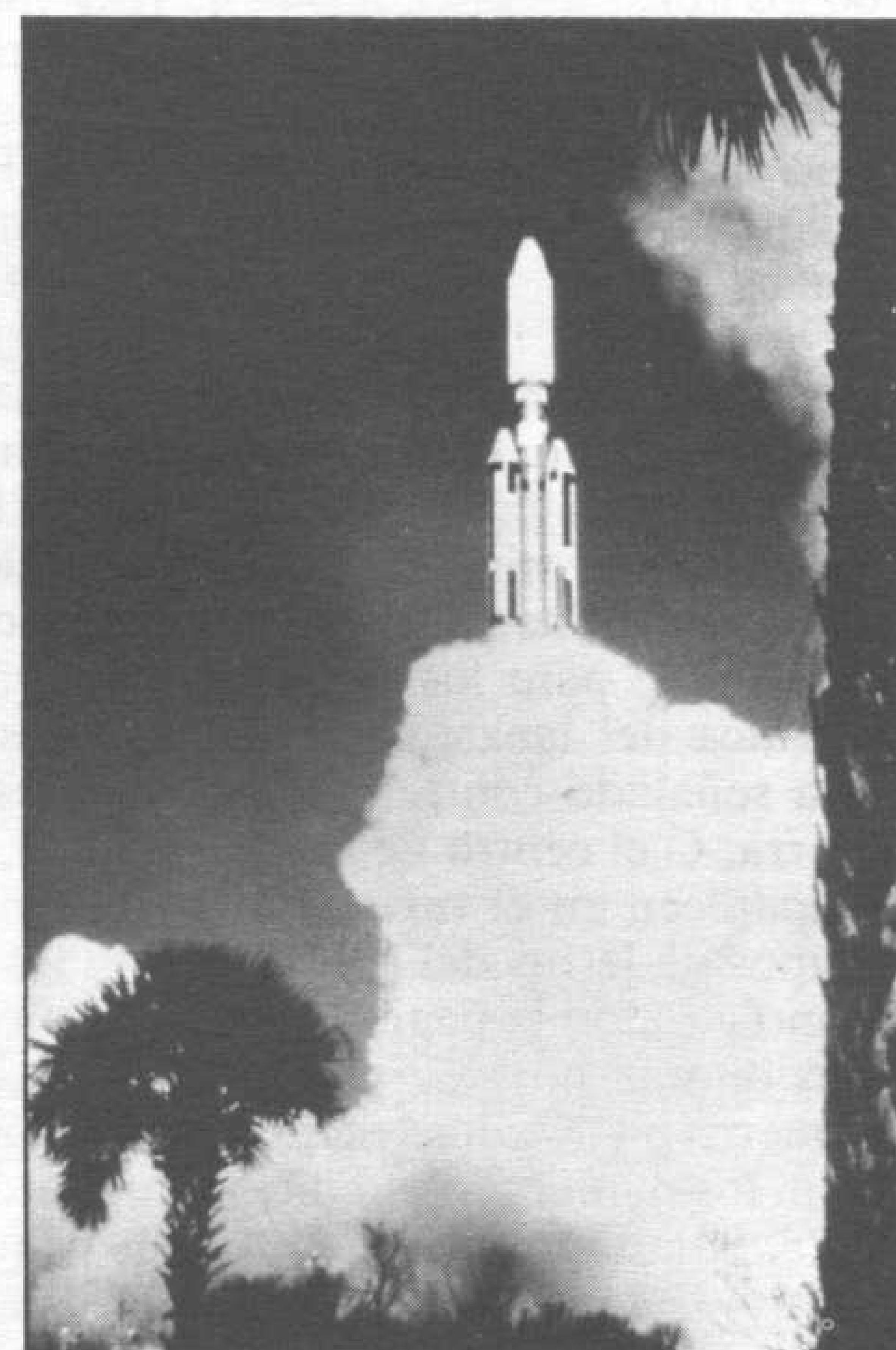
NASA.

114

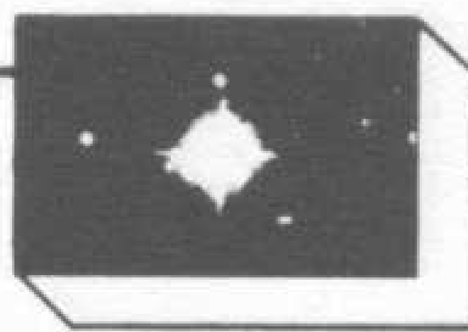


David Harvey tomada de Woodfin Camp, Inc.

113



NASA.



116



115



Cedida por Phonogram International.

Las tres cuartas partes del disco del Voyager son de música, y al final tratamos de explicar explícitamente en dos imágenes qué son esos sonidos que ocupan el grueso del disco. Utilizamos como ejemplo un cuarteto de cuerda.

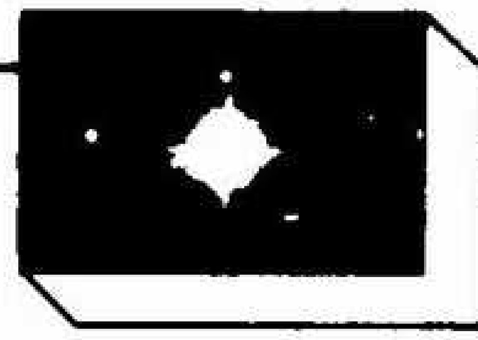
115. Cuarteto de cuerda

Esta fotografía del Quartetto Italiano presenta a un grupo de personas tocando música. Con un solista no se hubiera entendido que la música puede ser una actividad social, y en la figura de una orquesta sinfónica entra demasiada gente y demasiados instrumentos para sacar algo en claro de ella. En esta figura cada persona toca un instrumento, y los instrumentos son idénticos de forma pero de diferente tamaño. Son instrumentos de cuerda y eso sugiere que los individuos están golpeando o frotando estas cuerdas. La vibración de las cuerdas es un fenómeno cuyas características deben de ser iguales en cualquier lugar, y los extraterrestres sabrán o podrán imaginarse que la vibración de la cuerda produce un cierto tipo de sonido.

116. Partitura para cuarteto y violín

El violín que vimos en la figura anterior aparece aquí junto a la página de una partitura musical. La partitura es la Cavatina del Cuarteto para cuerda n.º 13 de Beethoven, que es asimismo la última pieza del disco. Después de esta figura se escucha durante unos segundos al cuarteto, que vuelve a aparecer más tarde en el disco. Estos pocos segundos corresponden a los compases escritos en la partitura. Esperamos que los receptores, al analizar el sonido, notarán que los ha producido una cuerda vibrante. A partir de aquí, les será fácil asociar los instrumentos y las personas que los tocan con la vibración de las cuerdas en la música. La notación musical refleja el sonido de la música de un modo real: una nota más alta está situada más arriba en el pentagrama. Unos extraterrestres listos, cuando miren la notación de la partitura, pueden comprender que cada nota tiene una relación unívoca con las señales de esta partitura. Si pueden captar esto sabrán que la música se compone y se escribe, y que les estamos enseñando la notación. Esperamos que esto les dé una idea del sentido que tiene el resto de los sonidos del disco.





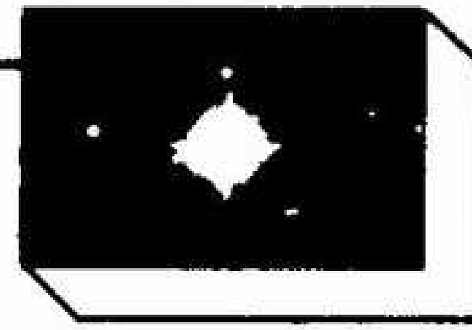
4

SALUDOS DE UN VIAJERO

por Linda Salzman Sagan

Es más alegre que una bienvenida y más triste que un suspiro.

DON BLANDING, *Aloha Oe*



La nave espacial Voyager lanzándose hacia el espacio mientras yo escribo estas palabras es como un capullo reluciente cargando con un disco dorado, un regalo para todas las inteligencias que nos acompañan en el universo. La parte del disco que contiene los saludos constituye una rememoración del espíritu humano: recalcando nuestro espíritu gregario, nuestra satisfacción por ser las criaturas sociales que somos, y expresa nuestro deseo de que en este nuestro primer contacto hablado con el universo se nos considere elocuentes. Estamos diciendo que el lenguaje aquí es importante, y que sería bien recibido —incluso agradecido— un diálogo con otra civilización de cualquier lugar del cosmos.

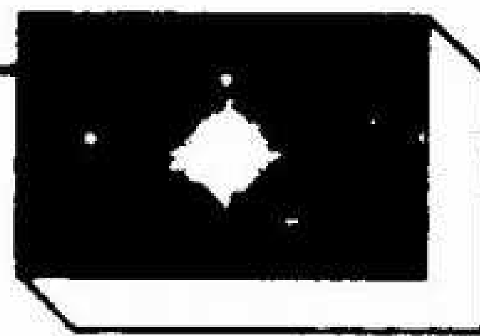
Somos Robinsón Crusoe en la isla Tierra: imaginativos, ingeniosos y creativos, pero estamos solos. Escudriñamos en el horizonte buscando algún barco que pase por el océano incrustado de estrellas. Llamamos a través del inmenso espacio esperando el contacto. Hacemos bocina con las manos y gritamos: «Eh, los de fuera ¿hay alguien en casa?»

¿Qué pasaría si no hubiese respuesta? ¿Estamos gritando en el desierto? ¡Qué triste sería que nuestro saludo cósmico resonara a través de las profundidades del espacio sin que nadie lo recogiera en el otro lado del abismo! Oiríamos sólo nuestros propios saludos, cálidos y cordiales, sonando tan huecos como la moneda que se echa en una jarra de cristal.

Bajo un cielo de Florida empapado de sol, varios cientos de personas se reunieron, equipadas con instrumentos especiales —gafas de sol, prismáticos, cámaras— para ver al Voyager despegar de la Tierra en un chorro de luz blanca, una bocanada de humo coloreada por el crepúsculo y un rugido que resonó por todo el cielo. La esperanza de quien contempla el Voyager desapareciendo de nuestra vista, y eventualmente de nuestra jurisdicción con un pasaje de ida a quién-sabe-dónde, es que, al igual que Marco Polo, llegue a encontrarse a las puertas de alguna antigua y gran civilización. En calidad de emisario nuestro ofrecerá sus saludos y presentará nuestra tarjeta de visita (disco en este caso), como haría cualquier victoriano bien educado al acudir de visita a casa de sus vecinos.

Y el Voyager tiene instrucciones para presentar a esos anfitriones extraterrestres un material tentador, un envío de gran importancia e interés, suponiendo que tengan oídos. Los ojos también serían de gran ayuda. Pero me resulta imposible concebir un organismo muy desarrollado intelectualmente y *sin* órganos sensitivos, por lo tanto debo admitir que estos seres podrán descifrar el Voyager no sólo con los sentidos sino también con el intelecto.

Si tuvieras la oportunidad de enviar un saludo a otro ser sensible que

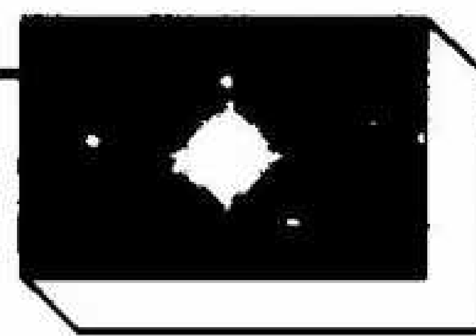


viviese en un mundo diferente, ¿qué transmitirías en los breves segundos que te darían para hablar? ¿Tendría tu mensaje un carácter general, expresando buenos deseos a todos ellos de parte de todos nosotros, o sería un mensaje de ti mismo como individuo? ¿Sonaría como los recuerdos que uno envía a un pariente lejano o tendría un tono cálido y efusivo? Quizá te resultase más cómodo un saludo formal, de aquellos tradicionales, o cumplirías con lo mínimo: «¡Eh, vosotros, que no mordemos! ¿Qué aspecto tiene todo eso? Afectuosamente, la Tierra.»

Todas las posibilidades mencionadas aparecen básicamente en las cincuenta y cinco salutaciones, cada una en un idioma distinto. Los hablantes se eligieron por la fluidez de su lenguaje, no porque poseyeran ningún conocimiento científico especial. No recibieron instrucciones sobre lo que tenían que decir, tan sólo que se trataba de saludar a posibles extraterrestres y que debían ser breves. Algunas de las lenguas como el sumerio, el acadio y el hitita, ya no se oyen en nuestro mundo moderno, y aunque el latín sí, se usa principalmente en ocasiones religiosas y ceremoniales; pero la importancia histórica de estas lenguas ha justificado que se las saque de la vitrina, se las desempolve y se las permita resplandecer por sus propios méritos, como en el casi bíblico mensaje latino: «Os saludamos, quienquiera que seáis: tenemos hacia vosotros buenas intenciones y llevamos la paz a través del espacio.» El mensaje sueco fue personal: «Saludos de un programador de computadoras de la pequeña ciudad universitaria de Ithaca, en el planeta Tierra.» Me gusta en especial el saludo en chino mandarín, su aire tranquilo me recuerda a una postal dedicada a unos amigos: «Esperamos que estéis todos bien. Pensamos mucho en vosotros. Por favor, venid a visitarnos en cuanto tengáis tiempo.»

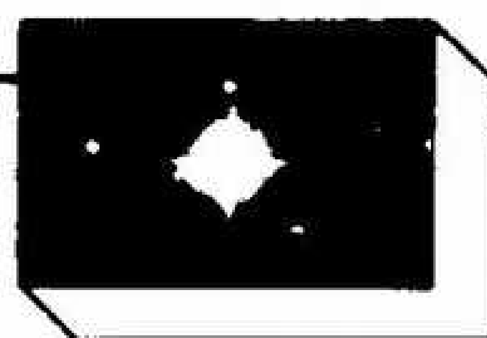
Algunas personas pedían a los extraterrestres que se pusieran en contacto, como el indio que hablaba en guajarati: «Saludos de un ser humano de la Tierra. Por favor, contactad.» Otro indio que habló en rajasthani manifestó sentimientos distintos: «Saludos a todos. Nosotros somos felices aquí, vosotros sedlo también allí.» El hablante turco hizo un acto desmesurado de fe al imaginar no sólo que se comunicaría con amigos sino que éstos dominarían el turco: «Queridos amigos turco-parlantes que puedan los honores de la mañana posarse sobre vuestras cabezas.»

Los que trabajamos en esta sección nos dimos cuenta de que los más concienzudos lingüistas extraterrestres, más listos que nuestro brillante Jean François Champollion, no podrían descifrar la gran mayoría de las lenguas que enviamos. Pero no había en la grabación suficiente espacio físico para incorporar una piedra de Rosetta, y menos todavía para acom-

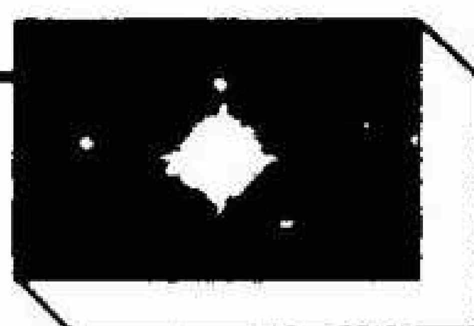


Los principales idiomas del mundo
Procedencia: Sidney S. Culbert, profesor agregado de psicología, Universidad de Washington
Número total de hablantes de idiomas hablados al menos por un millón de personas (mediados de 1978).

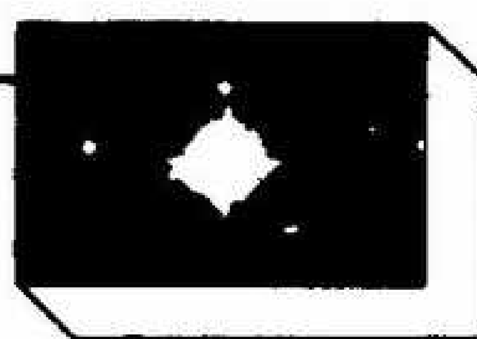
Idioma	*Millones*
Achin (Indonesia)	2
Afrikaans (Sudáfrica)	7
Albanés	3
Alemán	120
Amharico (Etiopía)	9
Árabe	138
Armenio	4
Asamés[1] (India)	13
Aymara (Bolivia, Perú)	1
Azerbaidjani (URSS, Irán)	8
Bahasa (ver Malayo-Indonesio)	
Balinés	3
Baluchi (Pakistán, Irán)	3
Batak (Indonesia)	2
Bemba (África central y meridional)	2
Bengalí[1] (Bangladesh, India)	136
Bereber[2] (Norte de África)	
Bhili (India)	4
Bielorruso (principalmente en la URSS)	9
Bihari (India)	22
Bikol (Filipinas)	2
Birmano	24
Bisaya (ver Cebuano, Panay-Hiligaynon, y Samar-Leyte)	
Bugi (Indonesia)	2
Búlgaro	9
Cachemiro[1]	3
Camboyano (Camboya, Asia)	7
Canarés (ver Kannada)	
Cantonés (China)	49
Catalán (España, Francia, Andorra)	6
Cebuano (Filipinas)	9
Ceilandés (Sri Lanka)	11



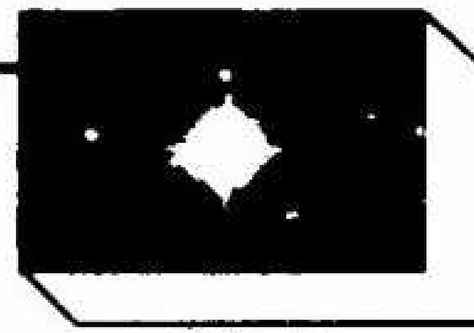
Idioma	*Millones*
Coreano	56
Checo	11
Chino[3]	
Chuang[7] (China)	
Chuvache (URSS)	2
Danés	5
Dayak (Borneo)	1
Edo (África occ.)	1
Efik	2
Eslovaco	5
Esloveno (Yugoslavia)	2
Español	231
Esperanto	1
Estoniano	1
Ewe (África occ.)	3
Fang-Bulu (África occ.)	1
Finlandés	5
Flamenco (ver Neerlandés)	
Francés	98
Fula (África occ.)	9
Gallego (España)	3
Galla (ver Oromo)	
Ganda (o Luganda) (África or.)	3
Georgiano (URSS)	4
Gilaki (Irán)	2
Gondi (India)	2
Griego	10
Guaraní (principalmente en Paraguay)	3
Gujarati[1] (India)	32
Hakka (China)	22
Hausa (África occidental y central)	20
Hebreo	3
Hindi[4]	224
Holandés (ver Neerlandés)	
Húngaro (o Magyar)	13
Ibibio (ver Efik)	
Ibo (o Igbo) (África occ.)	11



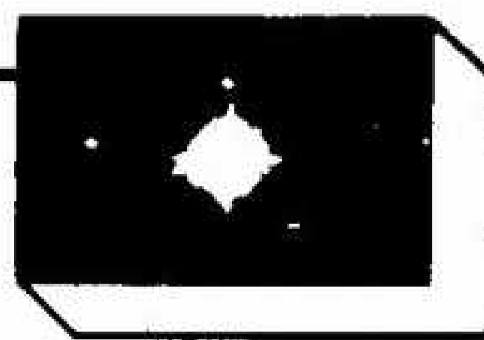
Idioma	*Millones*
Ijaw (África occ.)	1
Ilocano (Filipinas)	4
Iloko (ver Ilocano)	
Indonesio (ver Malayo-Indonesio)	
Indostaní[4]	
Inglés	374
Italiano	61
Japonés	114
Javanés	46
Kamba (África or.)	1
Kanarés (ver Kannada)	
Kannada[1] (India)	30
Kanuri (África occidental y central)	3
Kazako (URSS)	6
Khalkha (Mongolia)	2
Kikongo (ver Kongo)	
Kikuyu (o gekoyo) (Kenya)	3
Kimbundu (ver Mbundu-Kimbundu)	
Kirghís (URSS)	2
Kituba (Río Congo)	3
Kongo (Río Congo)	2
Konkani (India)	2
Kurdo (Sudoeste del Mar Caspio)	7
Kurukh (o Oraon) (India)	1
Lao[5] (Laos, Asia)	3
Letón (o Lettish)	2
Lingala (ver Ngala)	
Lituano	3
Luba-Lulua (Zaire)	3
Luganda (ver Ganda)	
Luhya (o Luhia) (Kenya)	1
Luo (Kenya)	2
Luri (Irán)	2
Macedoniano (Yugoslavia)	2
Madurés (Indonesia)	8
Makua (África sudoriental)	3
Malayalam[1] (India)	28



Idioma	*Millones*
Malayo-Indonesio	103
Malgache (Madagascar)	8
Malinke-Bambara-Dyula (África)	6
Mandarín (China)	680
Marathi[1] (India)	53
Mazandarani (Irán)	2
Mbundu (grupo Umbundu) (Sur de Angola)	3
Mbundu (grupo Kimbundu) (Angola)	2
Mende (Sierra Leona)	1
Meo (ver Miao)	
Miao (y Meo) (Sudeste asiático)	3
Min (China)	40
Minankabau (Indonesia)	4
Moldavo (incl. en Rumano)	
Mongol (ver Khalkha)	
Mordvin (URSS)	1
Moré (ver Mossi)	
Mossi (o Moré) (África occ.)	3
Ndongo (ver Mbundu-Kimbundu)	
Nepalí (Nepal, India)	10
Neerlandés (holandés y flamenco)	20
Ngala (o Lingala) (África)	2
Noruego	5
Nyamwezi-Sukuma (Sudeste de África)	2
Nyanja (Sudeste de África)	3
Oraon (ver Kurukh)	
Oriya[1] (India)	25
Oromo (Etiopía)	7
Panay-Hiligaynon (Filipinas)	4
Pashto (ver Pushtu)	
Pedi (ver Sotho, septentrional)	
Penjabí (ver Punjabi)	
Persa	26
Polaco	37
Portugués	137
Provenzal (Sur de Francia)	5
Punjabi[1] (India; Pakistán)	60

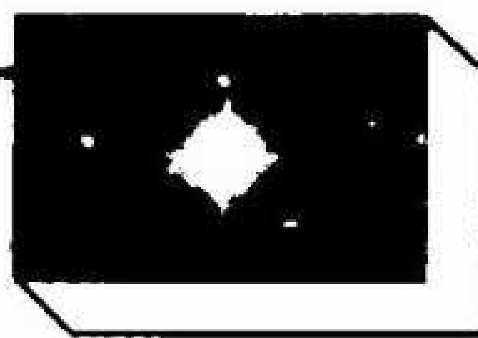


Idioma	*Millones*
Pushtu (principalmente en Afghanistán)	17
Quechua (Sudamérica)	7
Rajastani (India)	21
Ruanda (África centromeridional)	7
Rumano	22
Rundi (África centro meridional)	4
Ruso (sólo en la Gran Rusia)	253
Ruso blanco (ver Bielorruso)	
Samar-Leyte (Filipinas)	2
Sango (África central)	2
Santali (India)	4
Sepedi (ver Sotho, septentrional)	
Servocroata (Yugoslavia)	19
Shan (Birmania)	2
Shona (Sudeste de África)	4
Siamés (ver Tai)	
Sindhi (India, Pakistán)	10
Somalí (África or.)	5
Sotho, meridional (África del Sur)	3
Sotho, septentrional (África del Sur)	2
Sueco	10
Sundanese (Indonesia)	16
Swahili (África or.)	25
Tagalo (Filipinas)	23
Tai	34
Tajiki (URSS)	3
Tamil (India, Sri Lanka)	55
Tártaro (o Kazan-turco) (URSS)	7
Telugu (India)	55
Thonga (Sudeste de África)	1
Tibetano	6
Tigrinya (Etiopía)	4
Tiv (Nigeria centrooriental)	1
Tswana (África del Sur)	3
Tulu (India)	1
Turco	42
Turcomano (URSS)	2



Idioma	*Millones*
Twi-Fante (o Akan) (África occ.)	5
Uighur (Sinkiang, China)	5
Ucraniano (principalmente en la URSS)	42
Umbundu (ver Mbundu-Umbundu)	
Urdu[1] (Pakistán, India)	63
Uzbeko (URSS)	10
Vietnamita	40
Visayan (ver Cebuano, Panay-Hiligaynon, y Samar-Leyte)	
Wolof (África occ.)	3
Wu (China)	43
Xhosa (África del Sur)	5
Yi (China)	4
Yiddish[6]	
Yoruba (África occ.)	13
Zhuang[7] (China)	
Zulú (África del Sur)	6

1. Una de las quince lenguas de la Constitución de la India.
2. Considerado aquí un grupo de dialectos.
3. Ver Mandarín, Cantonés, Wu, Min y Hakka. El «idioma nacional» (Guoyu) o «habla coloquial» (Putonghua) es una forma regularizada del Mandarín tal como se habla en la zona de Pekín.
4. Hindi y Urdu son prácticamente el mismo idioma, el indostaní; cuando es el idioma oficial de la India se escribe con caracteres devanagari y se llama Hindi. Cuando es el idioma oficial del Pakistán se escribe con caracteres árabes modificados y se llama Urdu.
5. El Tai comprende el Tai central, el sudoccidental, el septentrional y el nororiental. La división entre el Tai nororiental y el Lao es más política que lingüística.
6. El Yiddish se suele considerar una variante del alemán, aunque tiene su propia gramática normativa, sus diccionarios, y una literatura muy desarrollada, y se escribe con caracteres hebreos. El número de hablantes es aproximadamente de tres millones.
7. Un grupo de dialectos parecidos al Tai, con unos nueve millones de hablantes.

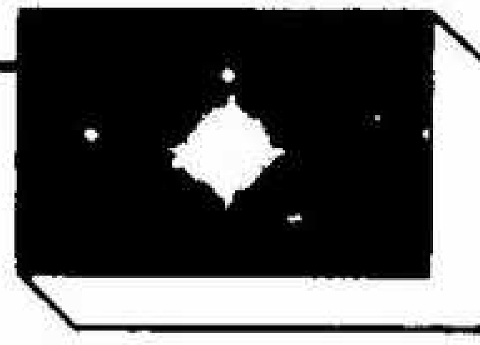


pañar cada lengua con un diccionario de bolsillo. A lo largo de todo el proyecto Voyager las decisiones se basaban siempre en el supuesto de que este mensaje se había preparado para dos tipos de oyentes distintos: por un lado para los habitantes de la Tierra, y por otro para los que existan en los planetas de las estrellas lejanas.

En esta parte de la grabación nos preocupamos fundamentalmente por las necesidades de la gente de la Tierra. Grabamos mensajes provenientes de pueblos de todo el mundo, y cada representante hablaba en su lengua, en vez de enviar saludos en una o dos lenguas y acompañarlas con las claves para su desciframiento. Sabíamos que esta última alternativa quizá permitiría a los extraterrestres comprender el contenido con mayor exactitud, aunque se nos presentaría el espinoso problema de tener que elegir dos lenguas. Consideramos correcto que el Voyager se dirigiese al universo como representante de una comunidad compleja, integrada por muchas partes. La existencia misma de un conjunto de declaraciones separadas por pausas y la evidencia interna, como el saludo inicial *«Namaste»*, que introduce muchas de las salutaciones del subcontinente indio, deberían por lo menos dejar bien claro que están representados muchos idiomas distintos. Los saludos son un Gestalt aural en el que cada cultura es una voz que contribuye al coro. Después de todo, al enviar una nave espacial fuera de nuestro sistema solar, estamos haciendo un esfuerzo por desprovincializarnos, por superar nuestros intereses nacionales e ingresar en una liga de sociedades viajeras del espacio, si es que existe.

Nos esforzamos especialmente en grabar en las lenguas habladas por un mayor número de habitantes de la Tierra. Puesto que todo el trabajo técnico y de investigación necesario para el disco tenía que realizarse en unas pocas semanas, empezamos con una lista de los idiomas más hablados en el mundo, proporcionada por el doctor Steven Soter de Cornell. Carl sugirió que grabáramos los veinticinco idiomas más hablados. Si éramos capaces de conseguirlo y aún nos sobraba tiempo, intentaríamos incluir todas las lenguas que pudiésemos.

Shirley Arden, ayudante administrativa de Carl, Wendy Gradison, entonces colaboradora editorial de Carl, el doctor Steven Soter y yo manejamos la organización de las sesiones de grabación y nos encargamos del duro trabajo consistente en localizar, entrar en contacto y convencer a cada hablante en particular. La tabla patrón fue en gran parte una idea de Shirley. Está reproducida en las páginas 136-145, y en ella aparece cada lengua, el nombre del hablante, sus comentarios en el idioma original, una traducción al castellano, y en términos absoluto y relativo el número



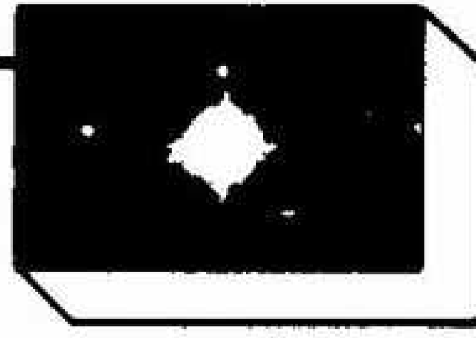
de seres humanos que hablan esa lengua. Contactamos con varios miembros de los departamentos de idiomas de Cornell, que colaboraron con nosotros con poco tiempo de anticipación y que nos propocionaron numerosos hablantes, a pesar de que el curso escolar ya terminaba y de que mucha gente se marchaba de vacaciones de verano. Otros hablantes fueron más difíciles de encontrar. A veces tuvimos que estar durante horas telefoneando a amigos de amigos que quizá sabían de alguien que pudiera hablar, por ejemplo, el dialecto chino Wu. Después de localizar a esa persona había que aclarar si podría asistir a la grabación en las horas programadas. Las sesiones de grabación ya estaban en marcha y todavía intentábamos encontrar y reclutar a hablantes de lenguas aún no representadas. A menudo las personas que esperaban para grabar nos sugerían nombres de individuos que dominaban los idiomas que nos interesaban. Llamábamos a esas personas, les explicábamos nuestro proyecto y las condiciones y les pedíamos que vinieran en seguida. Muchos lo hacían.

Bishun Kare, un físico numerario del Laboratorio de Estudios Planetarios, se encargó sin apenas ayuda de reclutar a los hablantes indios. Llamó a amigos y miembros de la comunidad india de Cornell, explicándoles la empresa y pidiéndoles y recibiendo su colaboración.

Sólo hubo algunos contratiempos cuando alguien que había quedado en venir a la sesión de grabación no podía hacerlo y se olvidaba de avisarnos con suficiente antelación para arreglarlo de otro modo. No era siempre posible encontrar sustitutos en el último momento, por eso hay omisiones lamentables, el swahili es una de ellas.

Las salutaciones se grabaron en dos sesiones en el edificio administrativo de la Universidad de Cornell. La primera la grabó Joe Leeming del departamento de relaciones públicas de Cornell el 8 de junio de 1977. Mientras una persona grababa las demás esperaban en una oficina adyacente al estudio. Leeming puso altavoces en esta sala y así se podía escuchar directamente la voz del que grababa en el estudio. Esto creaba un ambiente afectuoso de camaradería y entusiasmo. La segunda sesión de grabación tuvo lugar el 13 de junio y la grabó el cineasta de Cornell David Gluck y su ayudante de cámara Michael Bronfenbrenner.

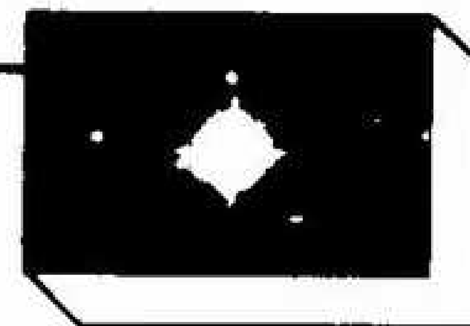
El Voyager se ha comparado a una botella con un mensaje dentro arrojada al mar desde la barandilla de un barco. Y así es, aunque la botella se construyó por encargo y el mensaje lo ha garabateado una computadora en vez de un lápiz. Nuestra generación no sabrá si alguien paseando por una playa galáctica llegará alguna vez a encontrarlo. Nuestros descendientes lejanos tendrán que ocuparse de este problema.



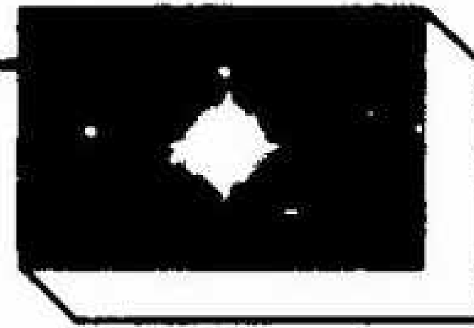
SALUDOS DE LA NAVE ESPACIAL VOYAGER
(por orden de presentación)

(preparado por Shirley Arden)

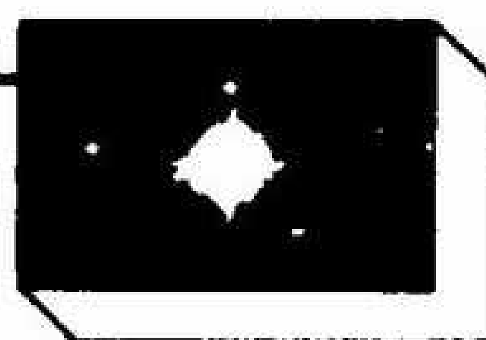
Idioma	*Salutación*
Sumerio	Silima khemen
Griego	οἵτινες, ποτ' ἔστε, χαίρετε. εἰρηνικῶς, πρὸς φίλους ἐληλύθαμεν φίλοι.
Portugués	Paz e felicidade a todos
Cantonés	各位好嗎？祝各位平安健康快樂。
Acadio	Adannish lu shulmu
Ruso	Здравствуйте, приветствую вас!
Thai	สวัสดีค่ะ สหายในธรณีโพ้น พวกเราในธรณีนี้ขอส่งมิตรจิตรมาถึงท่านทุกคน
Árabe	تَحِيَّاتُنَا لِلأَصْدِقَاءِ فِي النُّجُوم يَالَيْتَ يَجْمَعُنَا الزَّمَان
Rumano	Salutări la toată lumea



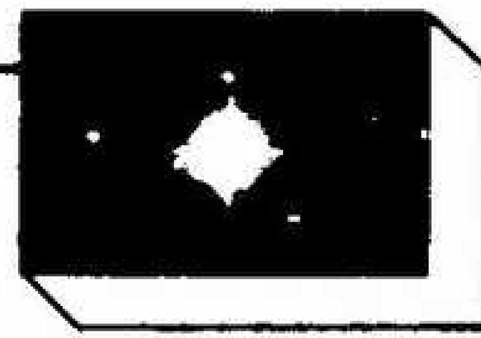
Traducción al castellano	*Nombre del hablante*	*Países donde se habla el idioma*	*Millones de hablantes*	*Porcentaje de la población mundial*
Que os vaya todo bien	David I. Owen	Antiguo Sumer (2000 a.C.) (Actual Iraq)	2×10^{-4} (hablado por unos doscientos eruditos)	
Saludos para todos, quienquiera que seáis. Venimos como amigos para con los amigos	Frederick M. Ahl	Grecia, Chipre	10	0,2
Paz y felicidad para todos	Janet Sternberg	Portugal, Brasil, Angola, Mozambique, Guinea-Bissau	133	3,3
¿Cómo estáis todos? Os deseamos paz, salud y felicidad	Stella Fessler	China meridional	48	1,2
Que os vaya todo muy bien	David I. Owen	Mesopotamia (500 a.C.)	5×10^{-4}	
Que tengáis salud. Os doy la bienvenida	Maria Rubinova	URSS	246	6,1
Desde este mundo os enviamos nuestra buena voluntad	Ruchira Mendiones	Tailandia	35	0,8
Saludos a nuestros amigos de las estrellas. Deseamos encontraros algún día	Amahl Shakhashiri	Argelia, Bahrain, Egipto, Iraq, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Omán, Qatar, Arabia Saudí, Yemen del Sur, Sudán, Siria, Túnez, Yemen	134	3,3
Saludos a todo el mundo	Sanda Huffman	Rumania, Moldavia RSS	22	0,5



Francés	Bonjour tout le monde
Birmano	မာရဲ့လား ခင်ဗျာ။ Ma-ye. la: hkamya
Hebreo	Shalóm
Español	Hola y saludos a todos
Indonesio	Selamat malam hadirin sekalian, Selamat berpísah, Sampai bertemu lagi dilain waktu
Quechua	Kay pachamanta pitapas maytapas rimapayastin, runa simipi
Punjabi	ਜੀ ਆਇਆਂ ਨੂੰ. ਤੁਹਾਨੂੰ ਮਿਲਕੇ ਬਹੁਤ ਖੁਸ਼ੀ ਹੋਈ.
Hitita	Ashshuli

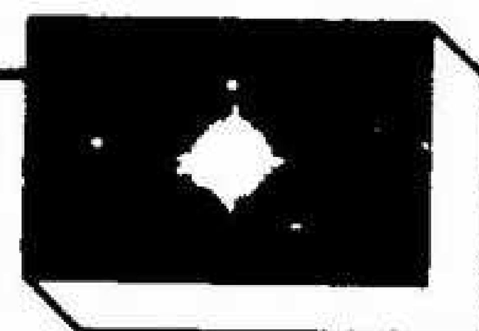


Buenos días a todo el mundo	Alexandra Littauer	Francia, Bélgica, Quebec (Canadá), Suiza, Benin, Camerún, Chad, República Centroafricana, Congo, Dahomey, Guinea francesa, Gabón, Guadalupe, Haití, Costa de Marfil, Luxemburgo, Martinica, Mali, Nigeria, Nueva Caledonia, Reunión (Océano Índico), Senegal, Togo, Alto Volta	95	2,5
¿Estáis bien?	Maung Myo Lwin	Birmania	24	0,6
Paz	David I. Owen	Israel	3	0,07
Hola y saludos a todos	Erik J. Beukenkamp	Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Méjico, Cuba, República Dominicana, Haití, Puerto Rico, España, partes de Marruecos y de África Occ.	225	5,6
Buenas noches damas y caballeros. Adiós y hasta la próxima	Ilyas Harun	Indonesia	101	2,5
Hola a todos desde esta Tierra en idioma quechua	Fredy Amilcar Roncalla Fernández	Perú, Bolivia, Ecuador	7	0,17
Bienvenido a casa. Es un placer recibirle.	Jatinder N. Paul	India, Pakistán	58	1,4
¡Hola!	David I. Owen	Anatolia (Turquía) hasta 1200 a. C.	2×10^{-4}	

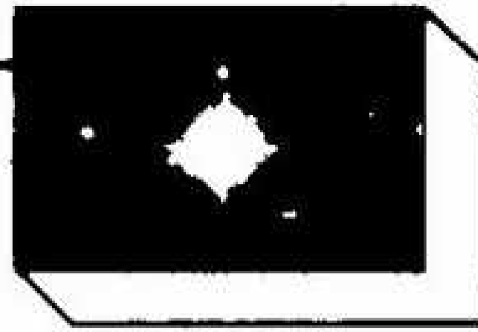


Bengalí	নমস্কার ! বিশ্বে শান্তি হোক
Latín	Salvete quiquumque estis; bonam erga vos voluntatem habemus, et pacem per astra ferimus
Arameo	Shalám
Holandés	Hartelghe groeten aen iadereen
Alemán	Herzliche Grüsse an alle
Urdu	ہم زمین کے باشندوں کی طرف سے آپکو خوش آمدید کہتے ہیں
Vietnamita	Chân thành giu dén cáo ban lò'i chào thân hu'u
Turco	Sayin Türkçe bilen arkadaşlarimiz: Sabah şereflerinizi hayirli olsun!
Japonés	こんにちはお元気ですか。
Hindi	हम धर्ती के निवासी आप का स्वागत करते हैं।
Galés	Iechyd da i chwi yn awr ac yn oes oesoedd
Italiano	Tanti saluti e auguri
Ceilandés	ආයුබෝවන්
Nguni (Zulú)	Siya nibingelela maqhawe sinifisela inkonzo ende

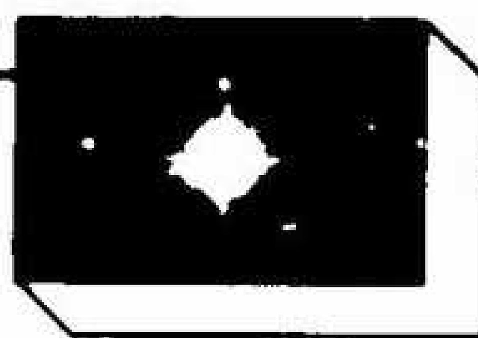
SALUDOS DE UN VIAJERO



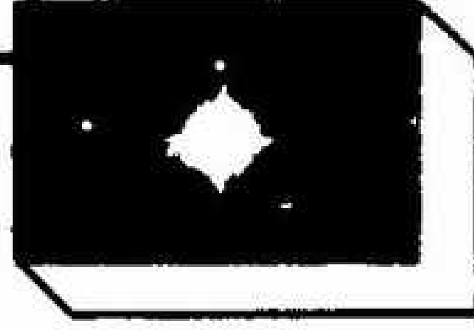
¡Hola! Que haya paz en todas partes	Subrata Mukherjee	Bengala, India; Bangladesh	131	3,7
Os saludamos, quienquiera que seáis; tenemos buena voluntad hacia vosotros y llevamos la paz por el espacio	Frederik M. Ahl	Nacional e internacional en Europa hasta mediados del Renacimiento	Sólo en círculos eruditos o eclesiásticos	
Paz	David I. Owen	Antiguo Oriente próximo. Actualmente: algunos sirios en Siria e Iraq	3×10^{-2}	
Saludos cordiales para todos	Joan de Boer	Holanda, Surinam y Antillas	20	0,4
Cordiales saludos para todos	Renate Born	Alemania, Austria y Suiza	120	3,0
La paz esté con vosotros. Nosotros los habitantes de esta tierra os enviamos nuestros saludos.	Salma Alzal	Pakistán, India Central	60	1,5
Os enviamos sinceramente nuestros saludos amistosos	Tran Trong Hai	Vietnam	38	0,9
Queridos amigos turco-parlantes. ¡Que puedan los honores de la mañana posarse sobre vuestras cabezas!	Peter Ian Kuniholm	Turquía, minorías en Bulgaria, Grecia, Chipre	41	1,0
¡Hola! ¿Cómo estáis?	Mari Noda	Japón	113	2,8
Saludos de los habitantes de este mundo	Omar Alzal	India central y septentrional: Uttar Pradesh, Madhya Pradesh	180	4,4
Saludos para vosotros ahora y siempre	Frederick M. Ahl	Gales occidental	0,6	0,01
Muchos saludos y felicidad	Debby Groosvogel	Italia, Suiza meridional	61	1,5
Saludos	Kamal de Abrew	Sri Lanka	11	0,3
Os saludamos, eminentes. Os deseamos longevidad	Fred Dube	Sudeste africano	5	0,1



Sotho (Sesotho)	Reani lumelisa marela
Wu	祝侬们大家好
Armenio	Բոլոր անոնց որ կը գտնուին տիեզերքի [illegible]
Coreano	안 녕 하 세 요 ?
Polaco	Watajcie, istoty zza scwiatocw!
Nepalés	पृथ्वीवासीहरूलाई शान्तिमय भविष्यको शुभकामना !
Chino mandarín	各位都好吧，我們都很想念你們，有空請到這來玩。
Ila (Lambia)	Mypone kabotu noose
Sueco	Hälsmingar från en data programmerare i den lilla universitats staden Ithaca på planeten jorden
Nyanja	Mulibwanji imwe boonse bantu bakumwamba
Gujarati	[illegible]
Ucraniano	ПЕРЕСИЛАЄМО ПРИВІТ ІЗ НАШОГО СВІТУ, БАЖАЄМО ЩАСТЯ, ЗДОРОВЯ, І МНОГАЯ ЛІТА.
Persa	درود بر ساکنین کرات دوردست

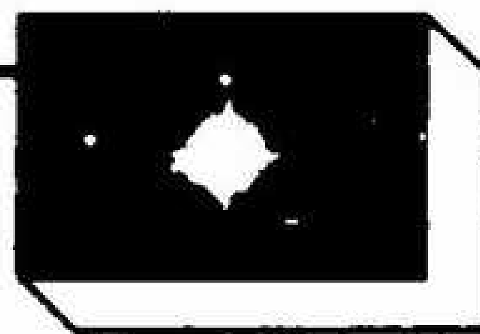


Os saludamos, eminentes	Fred Dube	Sotho (Pedi), Lesotho, N. Transvaal, Tswana	5	0,6
Los mejores deseos para todos vosotros	Ivonne Meinwald	China: Shanghai, Chekiang	43	1,1
Saludos a todos los que existen en el universo	Araxy Terzian	Armenia, minorías en URSS, Líbano, Siria, Irán y Turquía	4	0,1
¿Cómo estáis?	Soon He Shin	Corea del Norte, Corea del Sur	55	1,4
¡Bienvenidos, seres del mundo exterior!	Maria Nowakowska-Stykos	Polonia	36	0,9
Los terráqueos os deseamos un futuro lleno de paz	Durga Prashad Ojha	Nepal	10	0,2
Esperamos que estéis todos bien. Pensamos mucho en vosotros. Por favor, venid a visitarnos en cuanto tengáis tiempo	Liang Ku	China	670	16,7
Os deseamos a todos que estéis bien	Saul Moobola	Zambia	0,75	0,02
Saludos de un programador de computadoras de la pequeña ciudad universitaria de Ithaca, en el planeta Tierra	Gunnel Almgren Schaar	Suecia	10	0,2
¿Cómo estáis todos, gentes de otros planetas?	Saul Moobola	Malawi, Zambia	3	0,07
Saludos de un ser humano de la Tierra. Por favor, contactad	Radhekant Dave	India Occidental	31	0,7
Os enviamos saludos desde nuestro mundo deseándoos felicidad, buena salud y muchos años de vida	Andrew Cehelsky	Ucrania RSS	42	1,0
Saludos a los residentes de lejanos cielos	Eshagh Samehyeh	Irán, Afganistán	26	0,6

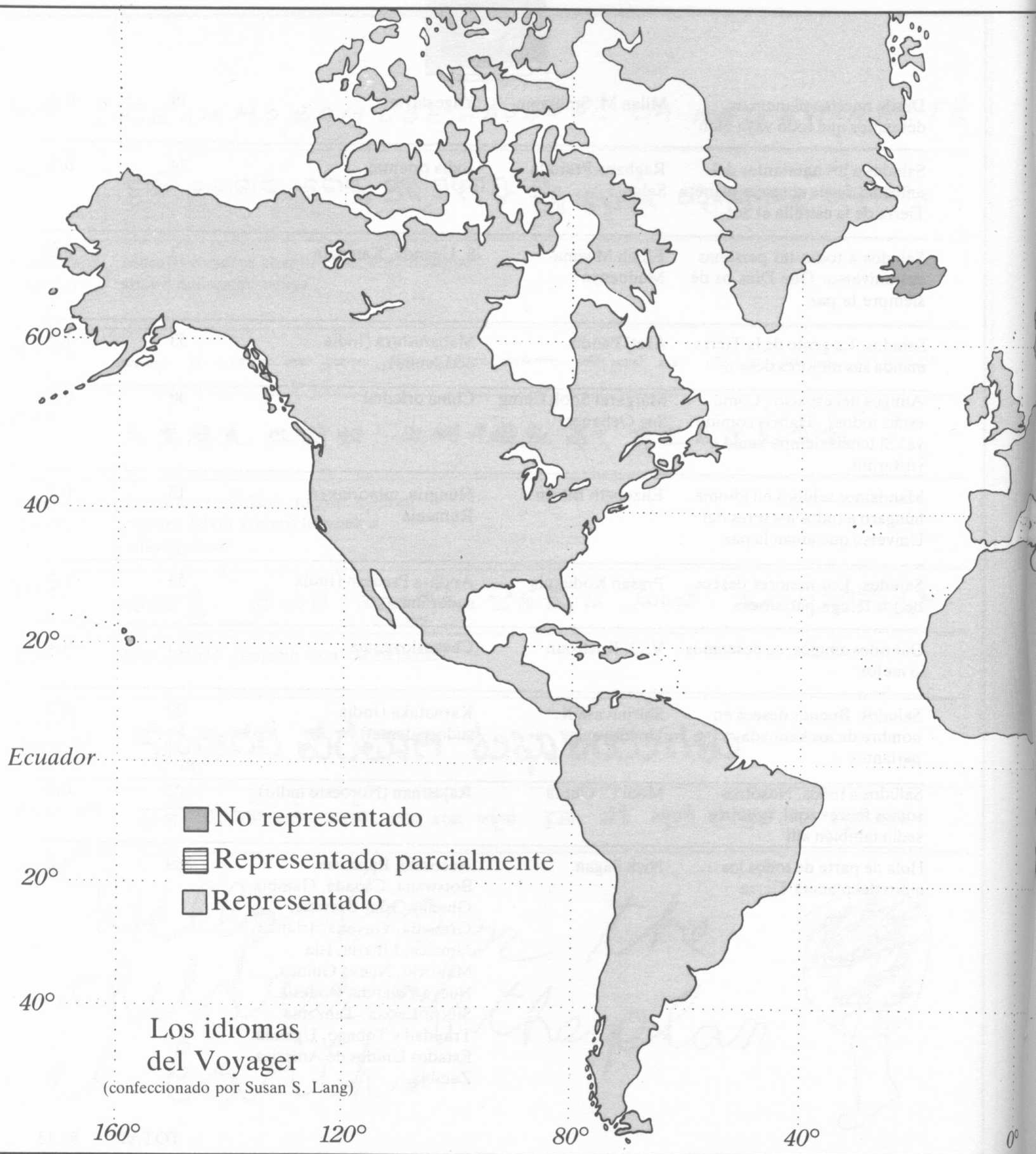


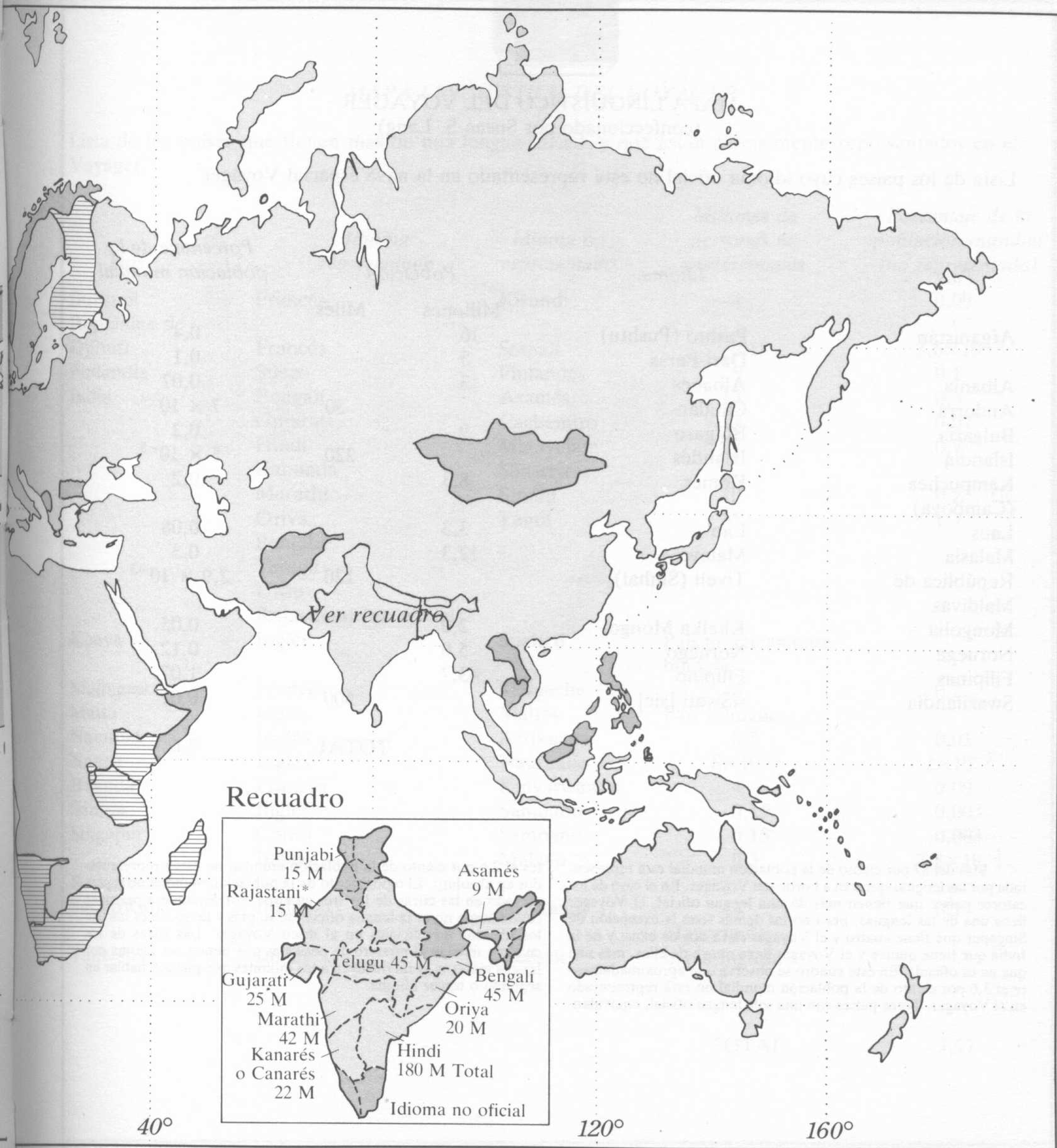
Servio	ЖЕЛИМО ВАМ СВЕ НАЈБОЉЕ СА НАШЕ ПЛАНЕТЕ
Oriya	'ସୂର୍ଯ୍ୟ' ତାରକାର ତୃତୀୟ ଗ୍ରହ 'ପୃଥିବୀ'ରୁ ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ଅଧିବାସୀମାନଙ୍କୁ ଅଭିନନ୍ଦନ।
Luganda (Ganda)	Musulayo mutya abantu bensi eno mukama abawe emirembe bulijo
Marathi	नमस्कार ह्या पृथ्वीतील लोक तुम्हाला त्यांचे शुभेच्छा पाठवितात, आणि त्यांची आशा आहे कि तुम्ही हा आमचा प्रश्न दे
Amoy	太空朋友 你們好！你們吃過飯嗎？有空來這兒坐坐。
Húngaro (Magyar)	Üdvözletet küldünk magyar nyelven minden békét szeretö lénynek a világegyetem
Telugu	నమస్తే. తెలుగు మాట్లాడే జనముల నుంచి మా శుభాకాంక్షలు.
Checo	Myli přátelé, přejeme vam vše nejlepši
Kannada (Kanarés)	ಕನ್ನಡಿಗರ ಪರವಾಗಿ ಶುಭಾಶಯಗಳು
Rajasthani	सब भाइयों ने म्हारो राम राम पहूँचे। हमा अठे खुशी हाँ थुहा वहाँ खुशी रहोगे।
Inglés	Hello from the children of the plan et Earth.

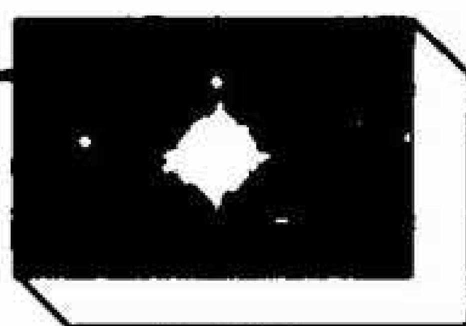




Desde nuestro planeta os deseamos que todo vaya bien	Milan M. Smiljanic	Yugoslavia	19	0,4
Saludos a los habitantes del universo desde el tercer planeta Tierra de la estrella el Sol	Raghaba Prasada Sahu	India oriental	24	0,5
Saludos a todas las personas del universo. Que Dios os dé siempre la paz	Elijah Mwima-Mudeenya	S. Uganda, Kampala	3	0,07
Saludos. La gente de la Tierra manda sus mejores deseos	Arati Pandit	Maharashtra (India occidental)	53	1,3
Amigos del espacio ¿Cómo estáis todos? ¿Habéis comido ya? Si tenéis tiempo venid a visitarnos	Margaret Sook Ching See Gebauer	China oriental	30	0,7
Mandamos saludos en idioma húngaro a todos los seres del Universo que aman la paz	Elizabeth Bilson	Hungría, minorías en Rumania	13	0,3
Saludos. Los mejores deseos de los telugu-parlantes	Prasad Kodukula	Andhra Pradesh (India sudoriental)	53	1,4
Queridos amigos, os deseamos lo mejor	V.O. Kostroun	Checoslovaquia	11	0,2
Saludos. Buenos deseos en nombre de los kannada-parlantes	Shirinivasa K. Upadhyaya	Karnataka (India sudoccidental)	29	0,7
Saludos a todos. Nosotros somos felices aquí, vosotros sedlo también allí	Mool C. Gupta	Rajasthan (Noroeste indio)	22	0,5
Hola de parte de todos los niños del planeta Tierra	Nick Sagan	Australia, Bahamas, Botswana, Canadá, Gambia, Ghana, Gran Bretaña, Granada, Guyana, Irlanda, Jamaica, Liberia, Isla Mauricio, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Rodesia, Sierra Leona, Tanzania, Trinidad y Tobago, Uganda, Estados Unidos de América, Zambia	369	9,2
			TOTAL	87,13


60°
40°
20°
Ecuador
20°
40°
160°
120°
80°
40°
0°
No representado
Representado parcialmente
Representado
Los idiomas
del Voyager
(confeccionado por Susan S. Lang)


Ver recuadro
Recuadro
Punjabi 15 M
Asamés 9 M
Rajastani* 15 M
Telugu 45 M
Bengalí 45 M
Gujaratí 25 M
Marathi 42 M
Oriya 20 M
Kanarés o Canarés 22 M
Hindi 180 M Total
*Idioma no oficial
40°
120°
160°

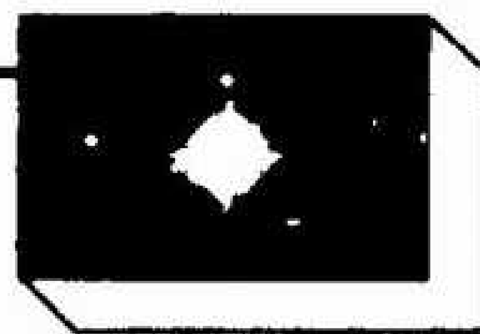


MAPA LINGÜÍSTICO DEL VOYAGER
(confeccionado por Susan S. Lang)

Lista de los países cuyo idioma oficial no está representado en la nave espacial Voyager*

País	*Idioma*	*Población*		*Porcentaje de la población mundial*
		Millones	Miles	
Afganistán	Pashto (Pushtu)	16		0,4
	Dari-Persa	5		0,1
Albania	Albanés	3		0,07
Andorra	Catalán		30	7×10^{-4}
Bulgaria	Búlgaro	9		0,2
Islandia	Islandés		220	5×10^{-3}
Kampuchea (Camboya)	Khmer	8,3		0,2
Laos	Lao	3,3		0,08
Malasia	Malayo	12,3		0,3
República de Maldivas	Tiveli (Sinhal)		120	$2{,}9 \times 10^{-3}$
Mongolia	Khalka Mongol	2,0		0,05
Noruega	Noruego	5,0		0,12
Filipinas	Filipino	43,7		1,07
Swazilandia	siSwati [sic]		500	0,01
			TOTAL	2,6

* Más del 87 por ciento de la población mundial está representada por las lenguas que van a bordo del Voyager. En el caso de los catorce países que tienen más de una lengua oficial, el Voyager lleva una de las lenguas, pero no las demás (con la excepción de Singapur que tiene cuatro y el Voyager lleva dos de ellas; y de la India que tiene quince y el Voyager lleva nueve de ellas, más una que no es oficial). En este cuadro se observa que aproximadamente el 3,6 por ciento de la población mundial no está representado en el Voyager. Trece países con una sola lengua oficial, equivalentes al 2,6 por ciento de la población mundial no están representados en absoluto. El 6 por ciento de la población mundial no representado en las cifras de los tres cuadros, corresponde a personas cuyo idioma no es la lengua oficial de su país y tampoco es uno de los idiomas no oficiales en el disco Voyager. Las cifras de los cuadros señalan el número de personas que tienen ese idioma por lengua materna, y no incluyen a los millones que pueden hablar un segundo o tercer idioma.

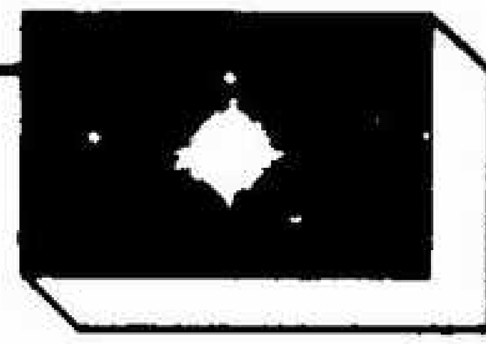


MAPA LINGÜÍSTICO DEL VOYAGER

Lista de los países que tienen más de una lengua oficial, y que están parcialmente representados en el Voyager.

País	*Idioma representado*	*Idioma no representado*	*Millones de personas no representadas*	*Porcentaje de la población mundial (no representado)*
Burundi	Francés	Kirundi	4	0,09
República de Djibuti	Francés	Somalí	0,15	$3,6\times10^{-3}$
Finlandia	Sueco	Finlandés	5	0,1
India	Bengalí	Asamés	13	0,3
	Gujarati	Cachemiro	3	0,07
	Hindi	Malayalam	27	0,7
	Kannada	Sánscrito		
	Marathi	Sindhi	10	0,2
	Oriya	Tamil	55	1,7
	Penjabi			
	Telugu			
	Urdu			
	Rajasthani (no oficial)			
Kenya	Inglés	Suaheli	País prácticamente bilingüe	
Madagascar	Francés	Malgache	8	0,2
Malta	Inglés	Maltés	País bilingüe	
Namibia	Inglés	Afrikaans	0,5	0,01
Nauru	Inglés	Nauruano	8×10^{-3}	2×10^{-3}
Ruanda	Francés	Kinyarwandu	4	0,09
Samoa	Inglés	Samoano	0,15	0,003
Singapur	Chino	Samoano	0,15	0,003
	Inglés	Malayo	0,3	$7,3\times10^{-3}$
República Sudafricana	Inglés	Afrikaans	4	0,1
Tanzania	Inglés	Suaheli	Mayoría de habla inglesa	
			TOTAL	3,57





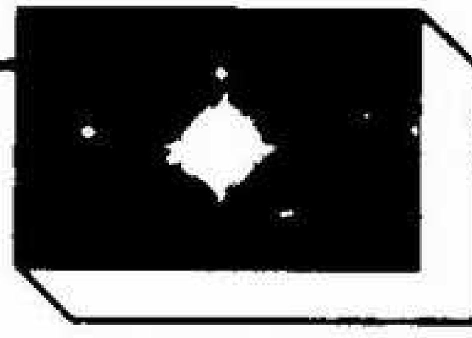
5

LOS SONIDOS DE LA TIERRA

por Ann Druyan

No temáis. La isla está llena de ruidos,
de sonidos y de suaves melodías que deleitan
y no hacen daño.

SHAKESPEARE, *La Tempestad*



El ensayo de sonido con una duración de doce minutos fue concebido para dos públicos: el humano y el extraterrestre. Confiábamos en evocar en el primer público sonrisas de reconocimiento, y en el segundo una idea de la variedad de experiencias auditivas que forman parte de la vida en la Tierra. Queríamos utilizar el micrófono como el oído de la cámara para dar más relieve al retrato que el Voyager ofrecía de nuestro planeta y de nosotros mismos.

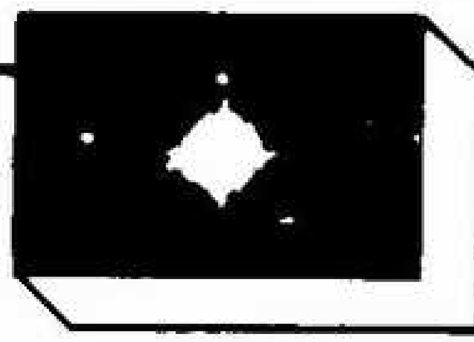
El mundo de nuestros imaginados extraterrestres sería el resultado de una estructura muy diferente, de lo que Darwin describió como las «bellas frondosidades de la vida que se ramifican continuamente». Los murmullos de un lugar así serían muy diferentes de los nuestros, y sólo podíamos esperar razonablemente compartir con sus habitantes unas pocas de las más fundamentales locuciones geológicas, meteorológicas y posiblemente tecnológicas. De hecho la misma idea de distinguir entre sonidos «musicales» y «no musicales» planteaba un problema. Nos dábamos cuenta que en otros lugares del universo una distinción así quedaría más difuminada incluso que entre nosotros; quizás la canción de los grillos, una gaviota y el bramido de la sirena de niebla de un buque de línea serían considerados piezas musicales por los sentidos de un extraterrestre. Puesto que no podíamos saber de qué modo percibirían el mensaje, decidimos correr el riesgo de incluir algunos localismos flagrantes, a fin de presentar el máximo material posible sobre nosotros.

El proceso de selección de los sonidos se inició fuera de Ithaca, Nueva York, en un brillante día de primavera que resonaba propiciamente con los ruidos silvestres del campo en pleno mayo. Thimothy Ferris, Wendy Gradison y yo nos reunimos con los Sagan alrededor de su mesa para emitir una ronda vigorosa de onomatopeyas en grupo. Intentamos recordar todos los sonidos que habíamos oído alguna vez, y yo anoté la mayoría de ellos. Al día siguiente regresé a la ciudad de Nueva York e intenté localizar los mejores ejemplos de cada uno. Empecé llamando por teléfono a las bibliotecas de sonido y las universidades de toda América del Norte.

«Tengo entendido que ustedes disponen de las mejores grabaciones de ranas croando» o «de las hienas más espantosas» o «de los terremotos más devastadores. ¿Qué tengo que hacer para conseguir una copia?»

«¿Con qué objetivo?» era la respuesta estándar.

«Estamos enviando un disco al espacio interestelar —replicaba yo procurando expresarme con mi voz menos maníaca—. Y estoy intentando reunir una serie con los sonidos que se oyen en la Tierra.» Normal-



mente seguía a esto un intervalo vacío lleno de estática interurbana, mientras yo recitaba los números de teléfono de agencias federales y científicos de renombre que avalaban mi petición. Podía notar puntualmente un escepticismo, pero nadie colgó antes de escuchar la historia entera.

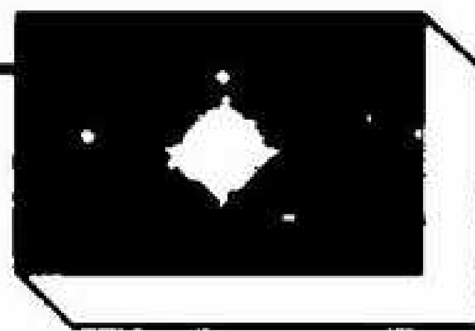
Y algunos quedaban seducidos instantáneamente por la idea del gran viaje del Voyager hacia los límites del espacio y del tiempo. El doctor Roger Payne, de la Universidad Rockefeller, fue una de estas personas. Se entusiasmó mucho con nuestro proyecto de incluir en el disco salutaciones de ballenas. Cuando le conté que pensábamos incluir sus saludos entre los de hombres de estado y diplomáticos como una demostración de respeto demorada desde hacía demasiado tiempo hacia estos inteligentes corresidentes de la Tierra, se sintió conmovido.

«¡Consideración muy correcta! —gritó—. ¿Quién es? ¡Al fin! ¡Magnífico! Disponga de todo lo que tengo. Se lo llevaré yo mismo. Los saludos más hermosos de ballena fueron los que oímos en las costas de Bermuda en 1970. Merecen durar para siempre. Por favor, envíen éstos.»

Cuando escuchamos la cinta nos encantó su exuberancia grácil, una serie de exultaciones expansivas tan libres y comunicativas que nos hacían entender otra manera de moverse y de estar en la Tierra. La escuchamos muchas veces, pensando siempre en la ironía que supondría si nuestros imaginados extraterrestres de dentro de mil millones de años pudiesen captar un mensaje de nuestros compañeros terráqueos que había sido incomprensible para nosotros.

Alan Botto de Princeton, Nueva Jersey, era otro amigo del proyecto. Fred Durant, del Museo Nacional del Aire y del Espacio de la Institución Smithsoniana, me dijo que llamara a mister Botto si quería «conseguir el mejor lanzamiento de cohete que haya oído nunca». Resultó que era un excitante despegue de un Saturno 5 grabado en una habitación tremendamente apasionada del centro de Control de la Misión, con su cuenta atrás, el rugido de la ignición, hurras, aplausos y el cariñoso saludo «Vuela, pajarito» que se le escapó a una persona abrumada momentáneamente por lo que la gente es capaz de hacer. Botto nos proporcionó también un gran tren de mercancías pasando a toda marcha.

Cuando conseguí hablar con Mickey Kapp, presidente de Warner Special Products, estaba en Roma de vacaciones. El señor Kapp era desde hacía años un entusiasta del espacio, que hablaba de Júpiter y Saturno como si fueran viejas estaciones de enlace en el metro. «Desde luego —me dijo de su habitación en el Excelsior a la mía en la 74 Oeste—



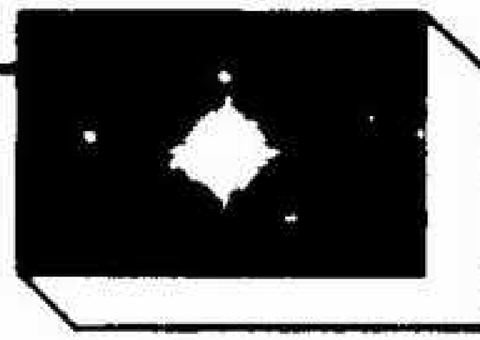
puede disponer de todos los sonidos. Coja todos los que quiera.» Puso a nuestra disposición la totalidad de los Archivos Elektra Sound y nos hizo entregar a mano los cortes que seleccionamos. Hubiese sido imposible completar el ensayo de sonido en un plazo tan breve sin su muy amable cooperación.

Algunas de las personas que declinaron su participación citaron su desconfianza ante cualquier iniciativa patrocinada por el gobierno. Otros deseaban cantidades sustanciales de dinero a cambio de unos instantes de brisa sonando entre los árboles o de un río precipitándose. Nosotros apenas podíamos darles más que el coste de la cinta y el envío por correo. Una persona de la que se decía que tenía una colección maravillosa de gritos de niños en la calle me echó de su oficina gritando, mientras me iba, que la NASA «tenía mucho valor al enviar una pequeña chica para hablar con un grande del sonido como yo». Pero casi todo el resto fueron muy amables y se mostraron muy interesados en conseguir un pequeño toque de la inmortalidad que el pasaje único del Voyager hacia millones de años en el futuro parecía conferir.

Timothy Ferris y yo fuimos a Washington D.C. para hablar con los Sagan y con Murry Sidlin y celebrar una serie de reuniones nocturnas para el repertorio musical. De día visitamos la sede central de la National Geographic Society, donde encontramos algunos gruñidos ofendidos de orangután. Fuimos también al Archivo de Grabaciones de Sonido de la Biblioteca del Congreso. Fue allí donde oímos un sonido terrible.

Cuando llegamos, un ingeniero nos esperaba con una cesta de supermercado con ruedas llena de grabaciones, algunas en fundas y otras en sobres medio rotos. El ingeniero nos prohibió tocarlas. Las fue repasando y nosotros teníamos que indicar los fragmentos que queríamos oír. Entre los lobos y las gambas había un disco pesado de laca conteniendo la primera grabación, según parece, que se realizó en el mismo campo de batalla: se iba repitiendo desagradablemente un fragmento de una escaramuza en Francia durante la primera guerra mundial con un soldado americano gritando a otro para que lanzara una granada de gas mostaza. La voz del soldado parecía terriblemente alegre y despreocupada, con un sonido tan metálico como el hipo de respuesta del bote de veneno. Su zumbido de moscardón nos llegaba desde una distancia de sesenta años, y Tim y yo intentamos imaginar lo que podía estar viendo aquel hombre, pero sólo se nos acudían unos retazos de guerra sacados de películas y un poco de humo.

Hicimos un esfuerzo para que aquel sonido dejara de acompañarnos



durante todo el día. Era tan pegajoso que los dos dudamos un poco antes de mencionarlo a los demás durante la cena. El tema provocó una discusión sobre el grado de realismo que deseábamos dar a nuestro cuadro de la vida en la Tierra. ¿El Voyager tenía que ser un gesto histórico o simplemente social?

Murry se mostraba inexorable en que sólo debíamos enviar lo mejor de nosotros. Y aunque ninguno estaba absolutamente convencido de que el disco sería incompleto sin una demostración tan vívida de nuestra imperfección como la que da la violencia, pensábamos en el fondo que era importante decir la verdad en algunos aspectos que podían quedar oscurecidos de momento por la cultura. La mayoría de las creencias más caras de la década anterior se habían vuelto baladís en la actual. E incluso ahora los prejuicios de este momento concreto pierden su cotización y se convierten en algo más. Cuando contemplamos el inconcebible futuro del Voyager, compuesto quizá de diez o de sesenta años repetidos un millón de veces, nos parecía imposible saber lo que comprenderían o apreciarían los ciudadanos de aquella época. ¿Presentarnos como somos realmente, una especie implicada en la lucha, no iba a asegurar por lo menos al disco el valor de un documento exacto?

No conseguimos llegar a ninguna conclusión aquella noche. En cambio, derivamos de nuevo al debate sobre el repertorio musical. Al día siguiente Tim y yo tomamos de nuevo el avión para la ciudad de Nueva York y llevé a mi padre a ver un partido de Mets. Había unas sesenta mil personas haciendo ruido en el Shea Stadium. Acabé cerrando varias veces los ojos lo más fuerte que pude para ver lo que podía oír.

Una semana más tarde, teníamos ya los cincuenta sonidos que buscábamos y estábamos listos para iniciar nuestro trabajo en el estudio que CBS nos había facilitado. Nuestro ingeniero de sonido era un hombre tranquilo de pelo pajizo de apenas unos cincuenta años llamado Russ Payne. Era una persona muy paciente, un estudioso de la filosofía jainista que hablaba con un acento de vaquero. Durante nuestras pausas comía una fruta, fumaba un cigarrillo y nos contaba cosas sobre la vida del espíritu. Cuando llegamos a la sección de la cinta con la locomotora, nos contó que su padre había sido maquinista y que le había llevado en algunos trenes que sonaban como aquél.

Un prodigio del rock-and-roll procedente de Brooklyn llamado Jimmy Iovine apareció en un par de ocasiones para aumentar los niveles de los elefantes y para comprobar la calidad del oleaje. Tenía mucho interés en poder retratarse delante de la nave espacial. Dijo que quería regalar la

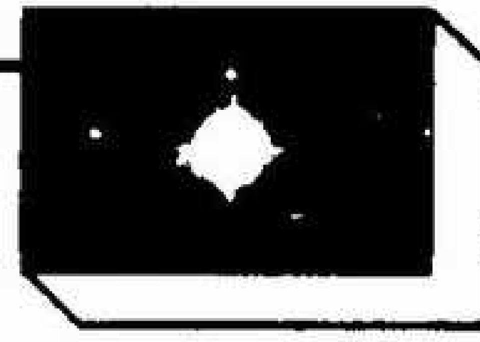


foto a su madre. Pero la tarea de montar el ensayo de sonido estuvo totalmente en manos de Russ y de Tim. Utilizaron un Ampex de dieciséis pistas.

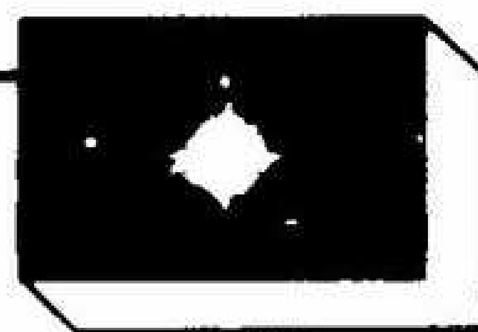
Hubo muchas propuestas útiles sobre la posible manera de organizar los sonidos dentro del ensayo, especialmente las formuladas por Tim y Jon Lomberg. Yo pensé que lo más informativo sería ordenarlas cronológicamente. Dentro de esta estructura muy amplia nos tomamos muchas libertades, pero la dirección fundamental del mensaje es evolutivo: de lo geológico, por lo biológico, hasta lo tecnológico.

El sonido de los carros, de caballos, de cortar leña, de un autobús frenando y de otros componentes de nuestra era ocupa en el disco tanto espacio como el murmullo de las charcas primigenias, y por lo tanto se puede criticar a la secuencia el hecho de que, como la historia escrita, dé mucha mayor importancia a los últimos milenios que a los millones que les precedieron en la crónica de nuestra especie. Pero si los sonidos del ensayo reflejaran correctamente la escala temporal de la historia de la Tierra con sus cuatro mil quinientos millones de años, toda su duración excepto los últimos momentos estaría ocupada por el gluglú de las olas y el susurro del viento por las llanuras desiertas; los mamíferos tendrían que rugir todos sus rugidos en unos pocos segundos, y los altivos logros de toda la civilización humana habrían expirado en un solo bip de Morse. Si los habitantes de un planeta distante pueden entender el ensayo —y puede decirse que quizá sea la parte del disco más fácil para que una inteligencia extraña entre en contacto con ella— quizás no sean totalmente desconocedores de las paradojas que el tiempo engendra, y nos escucharan con un espíritu tolerante.

Aquí están los Sonidos de la Tierra en orden secuencial:

1. Música de las esferas

El ensayo se inicia con un torbellino vertiginoso de tonos que reflejan los movimientos de los planetas del Sol en sus órbitas: una lectura musical de la obra *Harmonica Mundi,* de Johannes Kepler, el tratado matemático del siglo XVI cuyos ecos resuenan todavía en las fórmulas que hacen posible el Voyager. La idea de Kepler se hizo realidad en una computadora de los Laboratorios Bell Telephone gracias al compositor Laurie Spiegel, en colaboración con los profesores de Yale John Rogers y Willie Ruff. Cada frecuencia representa un planeta; el tono más alto representa el movimiento de Mercurio alrededor del Sol visto desde la Tierra; la



frecuencia más baja representa el movimiento orbital de Júpiter. Los planetas inferiores dan la vuelta al Sol a una velocidad mayor que los planetas exteriores. El fragmento concreto reproducido en el disco corresponde muy aproximadamente a un siglo de movimientos planetarios. Kepler estaba enamorado de una «música de las esferas» literal, y creo que le hubiese gustado esta inolvidable representación.

2. *Volcanes, terremotos y trueno*

Una serie de retumbos que aluden a los espectaculares cataclismos de la historia primitiva de nuestro planeta, incluyendo una cinta rara de un terremoto ocurrido en Australia en 1971, obtenida gracias al doctor David Simpson de los Laboratorios Geológicos Lamont-Doherty. Se cree que la mayor parte de la atmósfera de la Tierra proviene de emanaciones gaseosas de volcanes, fumarolas y grietas en la superficie de nuestro planeta durante los primeros centenares de millones de años del tiempo geológico. Las reacciones químicas inducidas por la luz ultravioleta del Sol y por las tempestades eléctricas iniciaron una serie de reacciones químicas que desembocaron eventualmente en el origen de la vida.

3. *Pucheros con lodo*

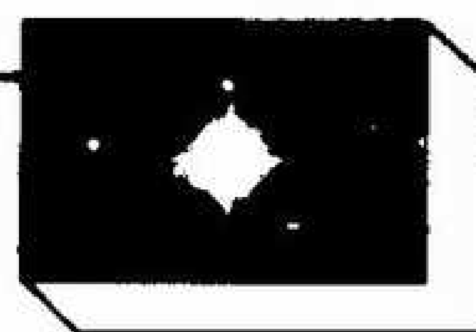
Gluglús geológicos semejantes al que hace un budín de chocolate sobre un fogón, y que esperamos sugieran la ebullición de la vida.

4. *Viento, lluvia y oleaje*

Evocación momentánea de los cientos de millones de años en los que éstos eran los únicos Sonidos de la Tierra, con especial hincapié en los océanos como escenario de nuestros orígenes. Los mismos océanos son emanaciones de los gases del interior de la Tierra.

5. *Grillos, ranas*

La mayoría de estos sonidos, incluidos para señalar el inicio de la vida vociferante sobre la Tierra, provienen de la biblioteca de CBS, con la excepción de un grillo macho adulto, *Teleogryllus oceanicus* que está cantando en solitario una serenata para las hembras. Lo grabó el doctor Ronald R. Hoy del Laboratorio Langmuir de la Universidad de Cornell.



6. Pájaros, hiena y elefante

Un coro de criaturas que sugieren las variedades de la fauna en desarrollo a medida que la Tierra se puebla realmente de vida.

7. Chimpancé

La voz de un primate solitario se eleva sobre las demás y parece aullar un anuncio loco de una nueva conciencia.

8. Perro salvaje

Un ladrido solitario que reverbera con los peligros e incertidumbres de nuestros inicios.

9. Pasos, latidos y risa

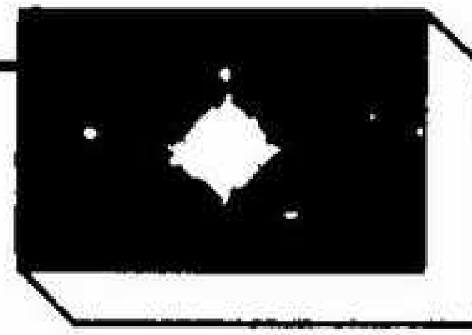
Un ser humano hace su primera aparición, caminando erecto con sus manos libres para cambiar el mundo.

10. Fuego y palabra

Los seres humanos empiezan a utilizar el fuego para alterar su entorno, y el hogar se convierte quizás en el lugar donde nace el lenguaje y la cultura. Las palabras son del profesor Richard Lee, de la Universidad de Toronto, formulando un saludo en el lenguaje kung de los bosquimanos de Kalahari, uno de los últimos representantes de las sociedades de cazadores-recolectadores que sostuvieron el empeño humano durante casi la totalidad de varios millones de años de nuestra historia. La pieza 60 de nuestra secuencia de figuras es una fotografía de unos cazadores bosquimanos.

11. Las primeras herramientas

La postura erecta dejó nuestras manos libres para manipular el entorno. Hubo un momento crítico en la historia humana, cuando se fabricaron las primeras herramientas de piedra a partir de rocas blandas hace más de dos millones de años. En los yacimientos prehistóricos se encuentran cantidades enormes de herramientas, para cortar la piedra, para arrancarle esquirlas, para penetrarla y para machacarla. Quisimos incluir



el sonido de piedra sobre piedra, de las herramientas de piedra en curso de fabricación. Carl se paseó por las calles del centro de Nueva York en un esfuerzo patético para encontrar dos piedras adecuadas; no sólo no había piedras adecuadas, sino que no había piedras de ningún tipo. Llamó a Alexander Marshack del Museo de Zoología comparada de Harvard para que le recomendara un lugar de donde sacar roca blanda y para que le describiera brevemente el método para fabricar herramientas de piedra. Linda Sagan obtuvo luego muestras apropiadas de pedernal del doctor Ralph Solecki del Departamento de Antropología de la Universidad de Columbia, que nos proporcionó también guantes gruesos y anteojos: el pedernal es cortante y seguramente la antigua fabricación de herramientas iba acompañada por muchos accidentes. El disco incluye este satisfactorio sonido de la fracturación y desmenuzamiento del pedernal cuando se lo golpea de modo seco con otra piedra. Algunos de los resultados hubiesen servido como cuchillos y lanzas útiles, aunque rudimentarias.

12. Perro domesticado

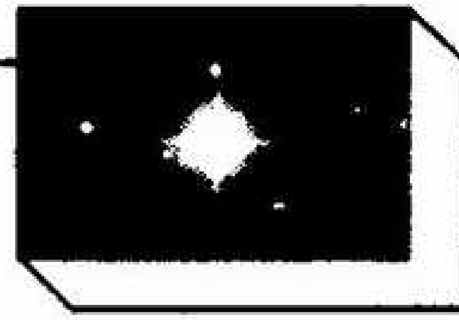
El perro ladra de nuevo, pero ahora ha desaparecido todo rastro de amenaza en su voz; los animales están domesticados. Casi todos los sonidos que siguen son consecuencia de la actividad humana. Los perros aparecen en la serie de figuras con los números 43, 61 y 68.

13. Ovejas en rebaño, taller de herrero, aserrado, tractor y remachador

Una suite de sonidos en la agricultura y la construcción. Probamos con varios gallos y vacas, pero sonaron terriblemente escénicos.

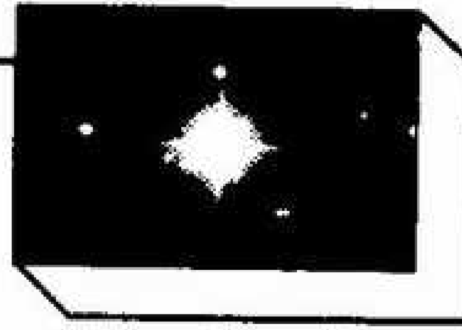
14. Código Morse

Cuando tuvimos que decidir qué mensaje dentro del mensaje íbamos a enviar en el código Morse, Carl sugirió inmediatamente *Ad astra per aspera*: Hacia los astros a través de las dificultades. William R. Schoppe, Jr. (WB2FWS), un radio aficionado que trabajaba en CBS, tuvo la amabilidad de pulsar el mensaje para nosotros.



15. Barcos, caballo y carro, tren, camión, tractor, autobús, automóvil, vuelo rasante de F-111, despegue de Saturno 5

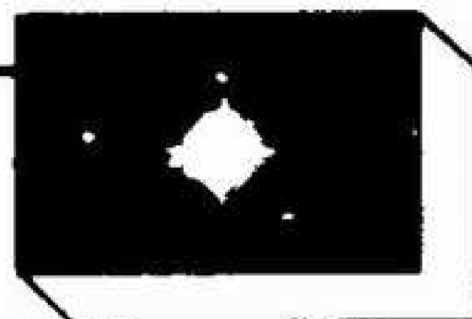
Esta secuencia sobre el transporte cubre un gran número de millas humanas. El caballo y el carro empiezan en un camino de carro y acaban sobre un camino asfaltado. Los modos de transición vienen luego con mucha rapidez y reflejan con precisión el ritmo asombroso del progreso en el desarrollo del transporte durante los últimos siglos. El tren y el avión supersónico dan en estéreo una sensación satisfactoria de movimiento. Esta secuencia corresponde aproximadamente a las figuras 102, 105 y 113.



16. Beso

Este sonido maravilloso resultó ser el más difícil de grabar. Teníamos órdenes estrictas de la NASA de que fuera heterosexual, y dentro de estos límites intentamos todas las permutaciones que se nos ocurrieron sin éxito. Jimmy Iovine estaba presente aquel día y tenía mucho interés en fabricar un beso creíble chupándose el brazo. Pero con esto hubiésemos tenido lo imposible, un beso que dura indefinidamente, y nosotros lo queríamos real. Después de muchos besos inutilizables porque eran demasiado débiles o demasiado ruidosos, Tim me besó suavemente en la mejilla; la sensación y el sonido fueron buenos.

413



17. Madre e hijo

Los primeros gritos de un niño, y una madre calmando los lloros de un niño de seis meses: los conseguimos a través de la doctora Margaret Bullowa y de la doctora Lise Menn del MIT.

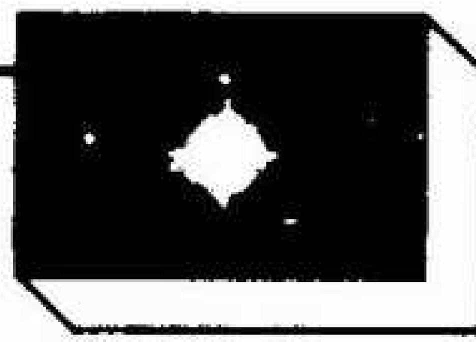
18. Señales de vida

Sabemos que las curvas del electroencefalograma registran algunos cambios en el pensamiento. ¿Sería posible, me pregunté, que una tecnología muy avanzada dentro de varios millones de años pudiera descifrar mis pensamientos? Apostando por una respuesta positiva me puse en contacto con el doctor Julius Korein del Centro médico de la Universidad de Nueva York, y con la ayuda de Tim montamos una sesión de grabación de mi más íntimo yo. Me dejaron que meditara sola en una habitación durante una hora mientras quedaba grabado el funcionamiento de mi cerebro, corazón, ojos y músculos. La figura que aparece en las páginas 160 y 161 muestra un segmento corto de las gráficas de mis signos vitales.

A pesar de que sólo había una probabilidad muy pequeña de que pudiese leerse alguna vez mi mente de este modo, creo que vale la pena considerar seriamente el curso de mis pensamientos. Hice una especie de itinerario mental de las ideas y de los individuos de la historia que deseé perpetuar, y con la excepción de un par de hechos irreprimibles de mi propia vida, conseguí seguir el programa bastante bien. La hora se comprimió luego electrónicamente en un minuto y es un sonido violento, como una serie de petardos estallando.

19. Púlsar

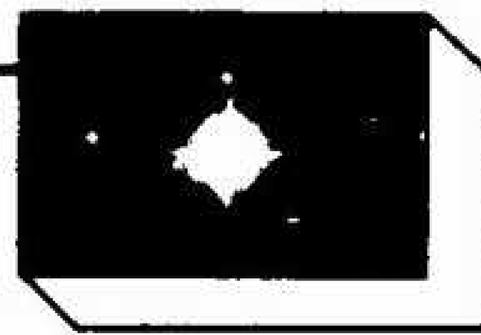
El momento final del ensayo suena irónicamente como una aguja de un tocadiscos rascando el extremo del disco sin que nadie se preocupe de levantar el brazo. Se trata en realidad de una emisión natural de radio de variación rápida situada a unos 600 años luz de nosotros y designada CP1133. Nos la proporcionaron Frank Drake y Amahl Shakhashiri del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera. Cuando se descubrió el primer púlsar, la regularidad de su ritmo se consideró como un signo de vida inteligente (pero ahora sabemos que los púlsares son estrellas de neutrones en rotación rápida). La grabación de mis signos de vida suena



un poco como ruidos estáticos de radio procedentes de las profundidades del espacio. Las firmas eléctricas de un ser humano y de una estrella no parecen muy distintas en estas grabaciones y simbolizan nuestra relación mutua y nuestra deuda con el cosmos.

Hace diecinueve siglos Horacio escribió que «las palabras desafían a la eternidad». El hecho de que recordemos su epigrama demuestra que no estaba equivocado. Nos es imposible saber qué porción de este bello planeta quedará borrada mucho antes de que el Voyager cese en su peregrinaje; cuántas serán las voces celebradas en este disco que el descuido o simplemente el tiempo habrá acallado para siempre. El Voyager se mueve entre las estrellas con su carga de ecos y de imágenes y dentro de la lógica de tales distancias, nos mantiene vivos.





6

LA MÚSICA DEL VOYAGER

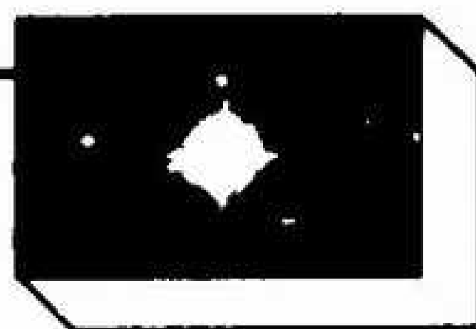
por Timothy Ferris

Así como los ojos están formados para la astronomía, los oídos lo están para percibir los movimientos de la armonía.

PLATÓN, *República*

La música es la armonía del cielo y de la tierra.

Yuel-Ji, texto musical chino
siglo II a. de C.



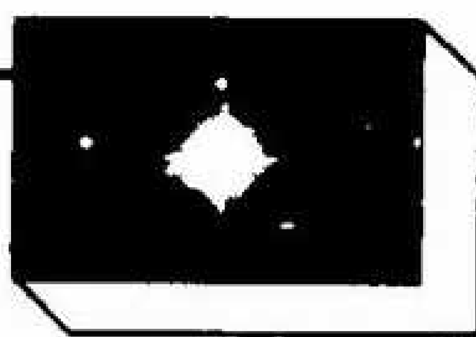
I. Elección de la música

El mundo de la música —desde los cantos al Sol del antiguo Egipto y las «orquestas celestiales» de los budistas, hasta las canciones populares de occidente en las cuales surgen con tanta frecuencia las palabras «luna» y «estrellas»— está salpicado de temas inspirados en el espectáculo de los cielos nocturnos, cuando el sol ha desaparecido y se nos permite contemplar un panorama más amplio. A bordo del Voyager viajan ahora hacia las estrellas ochenta y siete minutos y medio de música, como si se tratara de un pago simbólico por la deuda de la inspiración. Queríamos enviar música compatible con la elegancia de todo este patrimonio, y de una variedad que indicara la diversidad de los pueblos de la Tierra.

De acuerdo con esta ambición, establecimos dos criterios. Primero, deberían incluirse muestras de un amplio grupo de culturas, y no solamente la música familiar a la sociedad que lanzaba la nave. En segundo lugar, no había que incluir nada por motivos de pura obligación; cada selección tenía que conmover tanto al cerebro como al corazón. El musicólogo Robert Brown escribió al principio del proyecto: «Si no enviamos cosas que nos afectan profundamente ¿vale la pena enviar algo?»

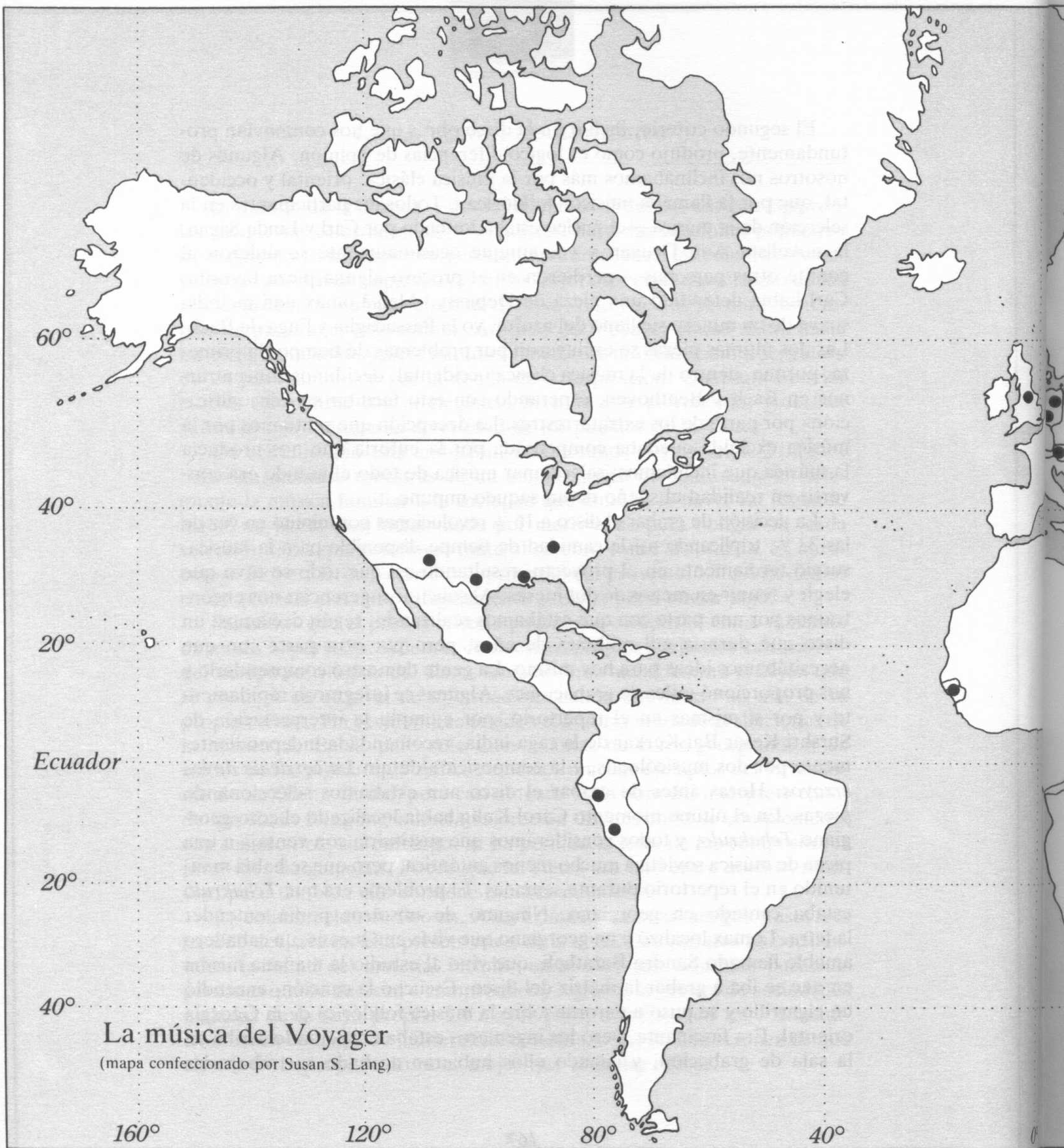
Sabíamos que el primer criterio podríamos cumplirlo, como máximo, de modo imperfecto. Además de nuestros propios prejuicios culturales y del tiempo restringido del disco, teníamos que luchar contra el bajón que se produce en el nivel de información cuando uno mira más allá de su propia cultura. En occidente se pueden encontrar miles de grabaciones de la música de Bach, pero sólo unas cuantas de coros georgianos o de cantos de los pigmeos de África; tenemos muchos ejemplos del virtuosismo de un Glenn Gould, pero casi ninguna de la obra del intérprete chino de qin Kuan P'ing-hu; nuestra valoración de Stravinski se complementa con sus escritos; sin embargo, se ha perdido la letra de los compositores javaneses de gamelan. Puede que la Tierra sea uno entre muchos mundos, pero también ella contiene muchos mundos.

La colaboración de Brown, Alan Lomax y de otros amigos y asesores ha sido decisiva en esta presentación de la música de culturas no occidentales: la mitad del material incluido en el Voyager. Son muy pocas las personas que se dedican a comprender y a grabar la música de sociedades alejadas de la suya propia. La mayor parte trabajan con fondos insuficientes, en un clima de indiferencia fomentado por la idea errónea de que el arte de la propia cultura es mejor que el de las demás.

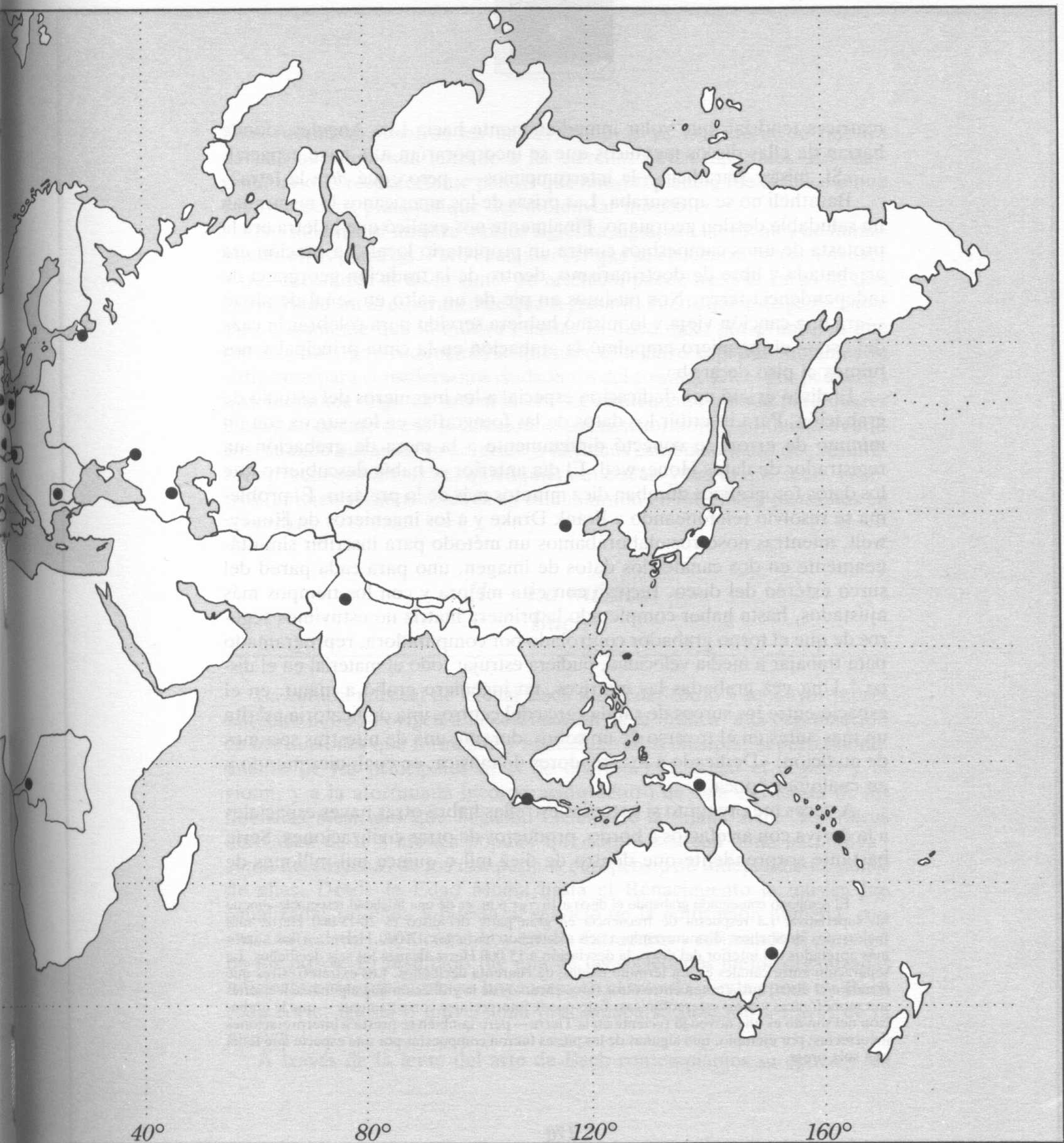


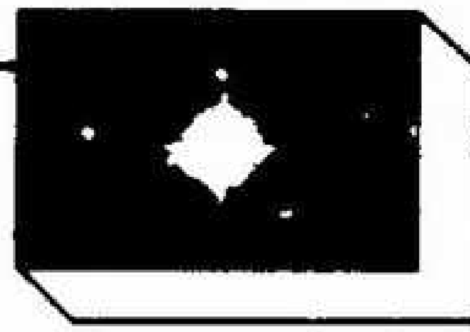
El segundo criterio, incluir en el disco obras que nos conmovían profundamente, produjo como es lógico diferencias de opinión. Algunos de nosotros nos inclinábamos más por la música clásica, oriental y occidental, que por la llamada música «folklórica». Todos los participantes en la selección de la música —el núcleo estaba formado por Carl y Linda Sagan, la novelista Ann Druyan y yo, aunque ocasionalmente se unieron al comité otras personas— perdieron en el proceso alguna pieza favorita: Carl había defendido una pieza de Debussy, Alan Lomax una melodía suave de un minero siciliano del azufre, yo la Passacaglia y Fuga de Bach. Las dos últimas piezas se excluyeron por problemas de tiempo; la primera, porque, dentro de la música clásica occidental, decidimos concentrarnos en Bach y Beethoven, esperando con esto facilitar su «decodificación» por parte de los extraterrestres. La decepción que sentíamos por la música excluida quedaba compensada por la euforia que nos producía la música que incluíamos; seleccionar música de todo el mundo era convertir en realidad el sueño de un saqueo impune.

La decisión de grabar el disco a 16 $^{2}/_{3}$ revoluciones por minuto en vez de las 33 $^{1}/_{3}$, triplicando así la cantidad de tiempo disponible para la música, surgió tardíamente en el proyecto, resultando así que todo se tuvo que elegir y reunir en menos de dos meses. Al solicitar sugerencias nos encontramos por una parte con que estábamos realizando, según decíamos, un disco que duraría mil millones de años, pero por otra parte con que necesitábamos ideas para hoy mismo. La gente demostró comprenderlo y nos proporcionó miles de grabaciones. Algunas se integraron rápidamente y por sí mismas en el repertorio, por ejemplo la interpretación de Surshri Kesar Bai Kerkar de la raga india, recomendada independientemente por dos musicólogos, y la composición de qin *La corriente de los arroyos*. Horas antes de grabar el disco aún estábamos seleccionando piezas. En el último momento Carol Kulig había localizado el coro georgiano *Tchakrulo*, y todos consideramos que sustituiría con ventaja a una pieza de música soviética mucho menos auténtica, pero que se había mantenido en el repertorio durante semanas. El problema era que *Tchakrulo* estaba cantado en georgiano. Ninguno de nosotros podía entender la letra. Lomax localizó a un georgiano que vivía en Queens, un caballero amable llamado Sandro Baratheli, que vino al estudio la mañana misma en que se iba a grabar la matriz del disco. Escuchó la canción, encendió un cigarrillo y se puso a perorar sobre la música folklórica de la Georgia oriental. Era fascinante, pero los ingenieros estaban esperando arriba en la sala de grabación, y cuando ellos hubieran acabado su trabajo las



La música del Voyager
(mapa confeccionado por Susan S. Lang)


40°
80°
120°
160°



matrices tendrían que volar inmediatamente hacia Los Ángeles, donde harían de ellas discos metálicos que se incorporarían a la nave espacial.

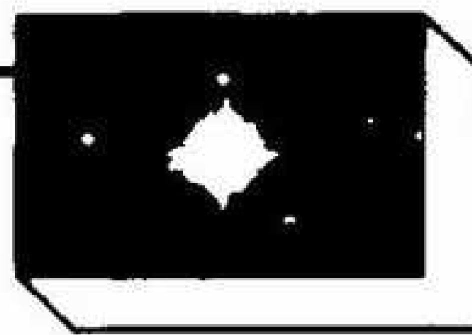
«Sí, mister Baratheli —le interrumpimos—, pero ¿qué *dice* la letra?»

Baratheli no se apresuraba. Las prisas de los americanos le inspiraban un saludable desdén georgiano. Finalmente nos explicó que la letra era la protesta de unos campesinos contra un propietario local. La canción era arrebatada y libre de doctrinarismo, dentro de la tradición georgiana de independencia terca. Nos pusimos en pie de un salto en señal de alivio —era una canción vieja y lo mismo hubiera servido para celebrar la caza del oso— el ingeniero empalmó la grabación en la cinta principal y nos fuimos al piso de arriba.

El disco exigió una dedicación especial a los ingenieros del estudio de grabación. Para inscribir los datos de las fotografías en los surcos con un mínimo de error, se conectó directamente a la mesa de grabación un registrador de datos Honeywell. El día anterior se había descubierto que los datos fotográficos duraban diez minutos más de lo previsto. El problema se resolvió telefoneando a Frank Drake y a los ingenieros de Honeywell, mientras nosotros elaborábamos un método para inscribir simultáneamente en dos canales los datos de imagen, uno para cada pared del surco estéreo del disco. Incluso con esta mejora y con los tiempos más ajustados, hasta haber completado la primera matriz no estuvimos seguros de que el torno grabador controlado por computadora, reprogramado para trabajar a media velocidad, pudiera estrujar todo el material en el disco.* Una vez grabadas las matrices, un ingeniero grabó a mano, en el espacio entre los surcos de salida cerca del centro, una dedicatoria escrita un mes antes en el reverso de un sobre, durante una de nuestras sesiones de audición: «Dedicado a los creadores de música, en cualquier mundo y en cualquier época.»

A veces me pregunto si entre las estrellas habrá otras naves espaciales a la deriva con artefactos a bordo, productos de otras civilizaciones. Sería bastante sorprendente que dentro de diez mil o quince mil millones de

* El resultado conseguido grabando el disco a 16 $^2/_3$ r.p.m. es de una fidelidad respetable aunque no superlativa. La respuesta de frecuencia en gran parte del disco es 20-15 000 Hertz, más menos dos decibelios, disminuyendo a seis decibelios hacia los 17 000 Hertz; en los surcos más apretados del interior del disco, la desviación a 15 000 Hertz alcanza los seis decibelios. La separación entre canales es, en término medio, de cuarenta decibelios. Los extraterrestres que estudien el disco, quizá noten entre otros raros encantos de la grabación que algunas selecciones son monofónicas y otras estereofónicas. Esto puede interpretarse correctamente —que la grabación del sonido es una novedad reciente en la Tierra— pero también se presta a interpretaciones incorrectas; por ejemplo, que algunas de las piezas fueron compuestas por una especie que tenía una sola oreja.



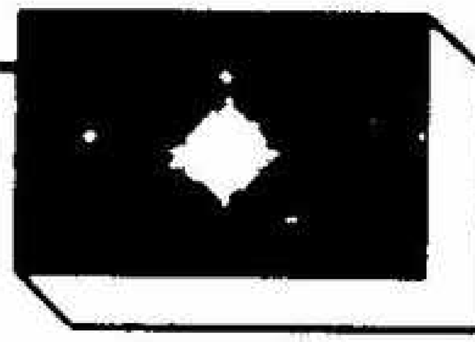
años fuéramos nosotros las únicas criaturas en la historia de nuestra galaxia que hubiesen lanzado a las estrellas naves espaciales. En cualquier caso es reconfortante pensar que nuestro planeta fue el único o que fue uno de los planetas que decidió enviar música.

No sabemos si nuestra música significa algo para las mentes no humanas de otros planetas. Pero cualquier ser que se encuentre con el Voyager y que reconozca el disco como un artefacto puede hacerse cargo de que fue enviado sin la esperanza de que regresara. Puede que este gesto hable más claramente que la música misma. El disco dice: por primitivos que parezcamos, por rudimentaria que sea esta nave espacial sabíamos lo suficiente para considerarnos ciudadanos del cosmos. Dice: por pequeños que fuéramos, algo en nosotros era suficientemente grande para querer entrar en contacto con los desconocidos descubridores, en tiempos futuros, cuando hayamos ya perecido o hayamos cambiado tanto que resultemos irreconocibles. Dice: quienquiera que seáis y sea lo que seáis, nosotros también vivimos una vez en esta mansión de estrellas y pensamos en vosotros.

II. La música Bach

La cultura musical de la cual Bach fue beneficiario y su mayor representante debe su origen a la codificación de la música, a la organización de instituciones que formaban y mantenían a los músicos, al perfeccionamiento de los principales tipos de instrumentos como el órgano y el violín, y a la afortunada incorporación dentro de esta estructura de influencias musicales que llegaban incluso de la lejana Asia. Sus raíces derivaban de una música popular que surgió casi con tanta naturalidad como las cosechas de los campesinos europeos y no independientemente de ellas. Desde la Edad Media hasta el Renacimiento la música fue canalizada, refinada y puesta al servicio de la edificación humana, con casi tanta dedicación como hoy en día extraemos y refinamos el petróleo de los pozos. El resultado fue una de las sociedades mejor organizadas musicalmente que jamás se haya visto en el mundo. En la época de Bach cada corte, iglesia o universidad proclamaba su posición a través de la música.

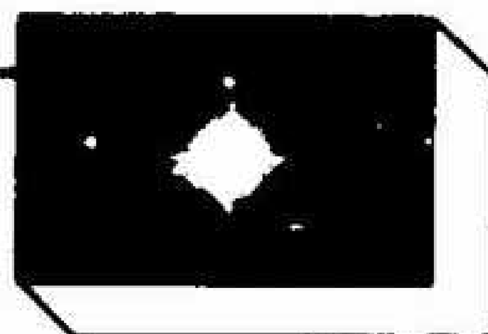
A través de la lente del arte de Bach contemplamos su época y las



épocas anteriores. Bernard Jacobson escribe a este respecto: «Lo que hay detrás de las obras de Bach es toda una tradición polifónica arraigada en las obras maestras de las corales del siglo XVI, de Palestrina y de su escuela. A su vez estas obras tienen su origen, por la parte litúrgica, en el viejo sistema de cantos gregorianos, y, por parte secular, en las expresiones medievales de la música popular europea.» Si estudiamos los antecedentes comprobamos que el sentido del análisis y de la organización característicos de Bach, su deseo de llegar a la raíz de todo en música y de transcribirlo sobre el papel, son precursores de corrientes perceptibles actualmente en nuestro arte y en nuestra sociedad entera. Fue una persona tan fríamente calculadora en la teoría que su música suena todavía moderna, y un pianista actual puede hacer impunemente el truco de salón de presentar composiciones de Bach como si se tratara de algo nuevo.

Las dos corrientes, nueva y vieja, se expresan hoy en una preferencia oscilante en favor de lo «mental» y en contra de lo «sentimental» en Bach. El aspecto mental es defendido de manera continua en los análisis de los musicólogos cuyo tema podría ser más la matemática pura que la música. El sentimiento es defendido con un lenguaje más emotivo, como en estas palabras de la intérprete de clavicordio Wanda Landowska: «No tengamos miedo de la ciencia suprema del contrapunto en las fugas, ni ha de intimidarnos la apariencia severa y la grave peluca del padre Bach. Reunámonos a su alrededor para sentir el amor, la noble bondad que se desprende de cada una de sus frases, que nos da energía y que nos estrecha con vínculos fuertes y afectuosos.»

El proceso de consolidación que hizo posible la música de Bach continúa actualmente, no sólo en el arte sino en otros campos, incluyendo el de la tecnología que hizo posible el lanzamiento del Voyager. Los seres humanos aún tienen que decidir si se trata de algo positivo. El auge de la música de arte en Alemania ennobleció a Haydn, Telemann, Bach, Mozart y Beethoven, pero estuvo a punto de acabar con la música popular de los músicos sin título. Actualmente una rama de la tecnología (la radio y el disco fonográfico) produce un arte musical accesible a la gente en general, mientras otras ramas explotan recursos naturales de muchos al servicio de unos pocos. No es inverosímil sugerir que quienes consideran esto un negocio ventajoso se inclinan por lo «mental» en Bach, mientras que quienes sospechan que vamos por mal camino prefieren el «sentimiento» en Bach. Desde ambas perspectivas él es prácticamente un compositor universal, al menos en términos terrenales. Tres de sus composiciones marchan a bordo del Voyager.



Preludio y fuga en Do del «Clavecín bien templado», *Libro segundo*

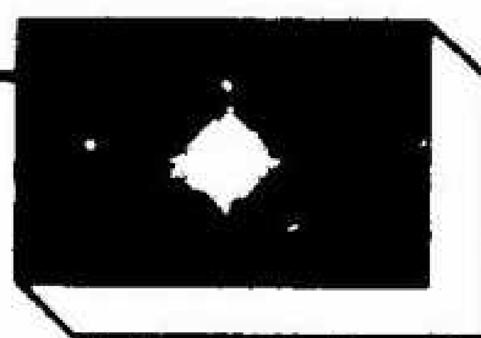
En la época de Bach las posibilidades del sistema de afinación tradicional llegaron a su límite debido al refinamiento de los instrumentos musicales y a las prácticas consistentes en reunir un número cada vez mayor de músicos para interpretar obras de una complejidad creciente. La afinación pitagórica, un legado de los griegos, daba buen resultado con melodías y con armonías interpretadas en pocas claves, pero para los ambiciosos compositores del Barroco se convirtió en un estorbo.

El problema era que la octava, la unidad básica de la música occidental, adolece intrínsecamente de una cierta disonancia. Todos los métodos de afinación tienen que poner esta disonancia en algún sitio. En la afinación pitagórica se habían sacrificado a la disonancia algunos intervalos, las terceras mayores y las sextas mayores, de modo que otros intervalos, las quintas, pudieran afinarse perfectamente. Los compositores evitaban escribir armonías en los intervalos disonantes. Hacia el siglo XVI los compositores comenzaron a experimentar una distribución más equitativa de las disonancias internas a lo largo de la octava. Ningún intervalo sonaría con la pureza pitagórica, pero la música podría escribirse en un gran margen de armonías y en cualquier clave, sin tener que evitar las peligrosas aglomeraciones de terceras y sextas. Sólo un grupo reducido de oyentes percibía las disonancias repartidas de este modo.

Se propusieron varios sistemas para distribuir de modo más o menos equitativo las disonancias a lo largo de la octava. Estos sistemas se llamaron «templadores» porque moderaban las disonancias, diluyéndolas. Los tonos secundarios producidos por el arpa, el clavicordio y el piano tendían a disimular las moderadas irregularidades resultantes, haciendo que estos instrumentos demostraran las ventajas del temple. No se sabe qué sistema de temple prefería Bach o para qué instrumentos escribió el *Clavecín bien templado,* pero la obra tenía claramente la intención de mostrar la libertad y la flexibilidad que podía ofrecer el temple.*

El primer libro con veinticuatro preludios y fugas con claves escalonadas a través de la octava, se publicó en 1722. Más de veinte años después Bach repitió esta tarea añadiendo veinticuatro preludios y fugas. En aquella época el problema de la afinación se había resuelto con el sistema semitonal, y probablemente la composición del segundo libro fue motivada menos por un propósito didáctico que por la pasión constructiva de

* Parece ser que el sistema de temple se descubrió con independencia en otras culturas, especialmente por Hhu Tsai-yu en China hacia 1596.



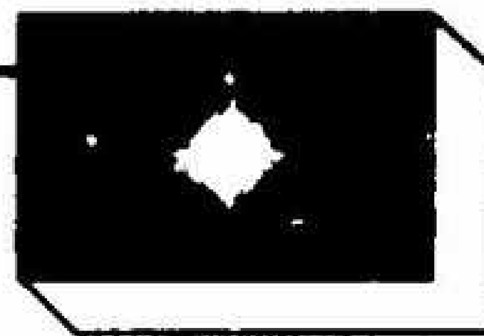
Bach. El segundo conjunto de composiciones ha acabado llamándose Libro segundo del *Clavecín bien templado,* aunque el propio Bach no lo titulara así.

El preludio se desarrolló a partir de los momentos previos al concierto, cuando los músicos afinaban sus instrumentos. De ahí provino la obertura y el preludio utilizado en la música religiosa de órgano, y el preludio que acompañaba a la fuga en las obras seculares. Bach elevó la forma a una nueva categoría, explorando nuevas comparaciones entre un preludio y su fuga. En la fuga en Do mayor, el preludio intrincado y sutil acompaña a una fuga que contrasta por su simplicidad. Bach tomó prestado el tema de la fuga de un compositor anterior, redujo su duración a la mitad y desarrolló el tema. Las cuatro voces del preludio y las tres de la fuga trabajan muy unidas, proyectándose en manifestaciones de libertad pero conservando una disciplina agradable al ser tan claramente voluntaria. Wanda Landowska comparó el ritmo de la fuga al paso de un pura sangre bien preparado, capaz de correr pero dispuesto a pararse tan pronto como se le exija.

Gavotte en rondeaux de la Partita en mi mayor n.º 3 para violín

Aquí tenemos un ejemplo de música de arte proveniente de la música popular. La gavota era una danza tradicional francesa. Su interpretación polifónica con violines era una antigua costumbre alemana; a menudo el violinista se sentaba en un órgano pequeño y se acompañaba él mismo con los pedales. Bach emplea la gavota como una ronda y elabora polifónicamente la melodía sencilla de la danza. El efecto de voces múltiples se consigue con lo que se ha llamado «polifonía implícita». Algunos acordes del bajo continuo aparecen situados como indicadores a lo largo del camino con tanta habilidad que la mente del oyente completa estos acordes aunque de hecho no estén sonando. A un nivel menos analítico, la pieza revela que Bach conservó el gusto sencillo propio de esta antigua danza. La melodía es también de un gran encanto.

Como la composición de qin del disco Voyager, las seis sonatas y partitas de Bach para violín solo plantean a un músico solitario, que trabaja con un instrumento algo recalcitrante, el reto de crear una música capaz de abrirse hacia los horizontes. El triunfo compartido de compositor e intérprete desdibuja las fronteras nacionales: en esta pieza, por ejemplo, las influencias de la música francesa sobre el tema y de la técnica italiana sobre el método interpretativo se absorben y se transforman en una música que casi anula la nacionalidad.



La *Gavotte en rondeaux* está muy condensada, característica que comparte con otras selecciones del Voyager, entre ellas *El Cascabel, Johnny B. Goode,* la canción de la casa de los hombres de Nueva Guinea, el primer movimiento de la Quinta Sinfonía de Beethoven, y el Preludio y Fuga de Bach. La nave espacial Voyager es un objeto compacto, en cuyo diseño tuvo una importancia básica el peso, y la música del disco parece reflejar algunos de estos imperativos. Es en cierto modo agradable comprobar que un artista se plantea con dureza el problema del tiempo.

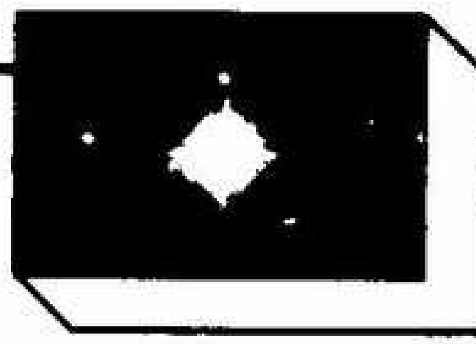
Concierto de Brandeburgo n.º 2 en Fa. Primer movimiento

La sección musical del disco Voyager empieza con esta nota de enérgico optimismo. No hay motivo para suponer que un oyente extraterrestre pueda reconocer el optimismo o el pesimismo humano, o el significado para el hombre de la música como tal, y por eso, permitirnos nuestras propias consideraciones sentimentales al elegir la música para un artefacto interestelar, representa en sí un acto de fe. ¿Qué más podíamos hacer? Empezar con la música de Bach.

Bach escribió los conciertos de Brandeburgo a la edad de treinta y seis años, durante uno de los períodos más felices de su vida, cuando gozaba de la amistad de un amable protector, el príncipe Leopoldo, y la muerte de su esposa María Bárbara quedaba aún en el futuro. Bach conocía bien la forma del *concerto grosso* desarrollado por Corelli, Vivaldi y otros, pero normalmente le desagradaba trabajar manteniéndose dentro de los límites establecidos y consideró el encargo como una oportunidad para innovar y al mismo tiempo recapitular. El interés de Bach por la innovación no se basaba en la destrucción de las formas existentes, sino en demostrar que dentro de ellas hay recursos insospechados, a la manera de un poeta de haiku.

El talento de Bach por la polifonía, demostrado en las dos voces de la *partita* para violín y en las tres y cuatro voces del Preludio y Fuga en Do, queda ejemplificado aquí con la riqueza tonal de la orquesta. Albert Schweitzer dijo que los conciertos de Brandeburgo podían considerarse como «el producto más puro del estilo polifónico de Bach».

En los ocho compases iniciales tocan al unísono la flauta de pico, el oboe, el violín solista y los primeros violines, bajo arpegios de trompeta y de viola que introducen el tema del concierto, anunciado por el violín solista. El oboe y después la flauta de pico retoman el tema. Sigue una variación con la trompeta iniciando una de aquellas persecuciones ondulantes que dan vigor a los *allegros* de Bach. Mientras tanto un bajo de



semicorcheas que acompaña los primeros compases se ha transformado en un solista de trompeta, y una línea armónica que apareció originalmente en la viola ha descendido transformándose en bajo. Éste es el tipo de efecto que encontramos en todo el movimiento, y es puro Bach: la diversidad dentro del orden, el ingenio dentro de la disciplina, la música pasando como una caravana de bailarines acróbatas que recitan poesía.

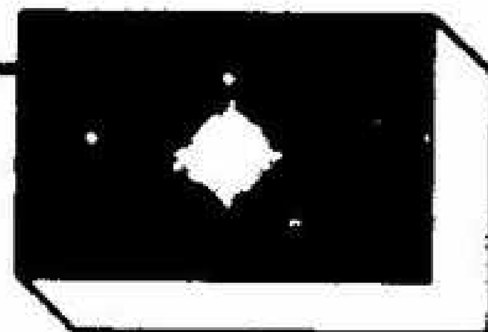
El segundo concierto de Brandeburgo lleva hasta sus límites el arte de la trompeta, y se ha gastado una cantidad considerable de erudición para determinar con exactitud cómo estaban construidas las trompetas de la época, si podían tocarse sin ayuda de válvulas. Bach tuvo que reconocer que era imposible tocar algunas de las figuras para trompeta que él hubiese deseado; el tema del *concerto* se altera en los compases 21 y 22 del primer movimiento como una concesión a las limitaciones del instrumento. Esta alteración del plan, detectable por cualquiera que analice la música, podría resultar interesante para los estudiosos de la música de épocas o lugares remotos.

Gamelán javanés

Tipos de flores

A primera vista, un gamelán —la palabra significa orquesta— sugiere una escena de la Revolución Industrial disparada en una alegre dirección. El material básico es el bronce. Los instrumentos son de percusión. Describen formas que evocan elementos variados: ollas de cocina, calderas de vapor, bidones de petróleo y máquinas de ferrocarril. Un gamelán entero parece capaz de transportar una docena de vagones de mercancías por un puerto de montaña suponiendo que el cosmos estuviera montado de otra manera. El gamelán se ha reunido, sin embargo, no para pasar el rato sino para hacer música.

El sonido, tonos de campana y de gong principalmente, recuerda la lluvia cayendo despacio. Acelerad su ritmo y la lluvia se convertirá en viento. El canto es denso y carente de afectación: la obra de personas muy atentas al presente. Los ritmos suenan acordes con el tono: los intervalos cortos en instrumentos altos, los intervalos largos en instrumentos más bajos; se golpean a veces algunos grandes gongs de bronce más altos que un hombre. Las orquestas una vez reunidas toman un



nombre y se hacen los esfuerzos necesarios para mantenerlas unidas durante cierto tiempo. No son extraños los gamelán de un siglo o más.

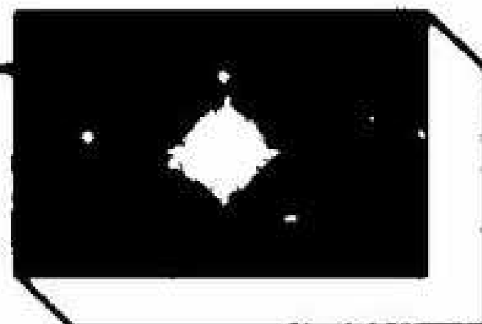
El interés de los occidentales por el gamelán data por lo menos de 1899, cuando Claude Debussy oyó uno en París. La música es bella, pero puede que cueste acostumbrarse. Un embajador ochocentista de Holanda en la Compañía de las Indias Orientales declaró que «la música oriental está todavía en pañales y se practica sólo con instrumentos muy sencillos y monótonos». Un abogado de la NASA se hizo eco de esta opinión cuando en 1977 al oír *Tipos de flores,* una pieza en la cual el ritmo juega un papel semejante al de la profecía en el *Rey Lear,* manifestó: «No puedo detectar ninguna clase de ritmo en esta pieza.»

No se sabe exactamente cómo nació esta música sin par en Java y en la isla vecina de Bali. Colonizadores hindúes llevaron consigo a Java instrumentos de percusión de bronce, pero los tambores de bronce se usaban ya en la isla antes de la llegada de los hindúes. Los músicos chinos e indios llegaron hasta Java, pero nadie se explica que pudieran crear una música tan diferente de la suya propia. La popularidad de la melodía pentatónica (en cinco tonos) en los gamelán se ha propuesto como una prueba de la paternidad china, pero la melodía pentatónica aparece en todos los lugares del mundo.

Tipos de flores es un *ketawang*, o pieza corta para gamelán interpretada aquí por una orquesta de aproximadamente treinta y cinco músicos y una docena de cantantes. Robert Brown, director actual de la Sociedad Americana de Artes Orientales, Centro para la Música del Mundo en Berkeley, California, la grabó el 10 de enero de 1971 en la sala de audiencias de una de las cuatro mayores cortes reales de Java central. La letra cantada con un entusiasmo nada forzado se refiere a dos de los nueve tipos de flores que en el hinduismo de Java simbolizan los nueve *rasa* o humores. La pieza termina con una flexión en el ritmo, una corta aceleración seguida de una interrupción.

Canción de iniciación de las niñas pigmeas

Los pigmeos de los bosques Iture de Zaire, África, constituyen uno de los muchos ejemplos en la naturaleza demostrativos de que la fuerza puede cubrirse con el manto de la debilidad. Es un pueblo amistoso que ha dado la bienvenida a viajeros sudaneses, bantús, árabes y occidenta-

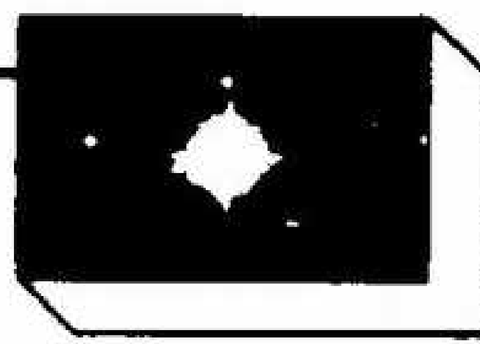


les. No tienen gobierno y solucionan las diferencias con discusiones amistosas, según dicen los antropólogos que han vivido con ellos. Desaprueban la competición y estimulan la cooperación. En un juego pigmeo, media docena de chavales se suben a un árbol joven hasta que la cima se comba y llega a tocar el suelo, entonces todos saltan al mismo tiempo. Si un niño salta demasiado pronto, se echa a perder el juego. Si uno se queda agarrado demasiado tiempo, intentando demostrar una valentía superior, a él o a ella lo lanzan por los aires. Los pigmeos no tienen sacerdotes, y la religión formal que manifiestan es escasa, aparte de su veneración por la selva pluvial. Su filosofía es la aceptación. En una canción sobre la noche en el bosque, se recuerdan a sí mismos que «si la oscuridad existe, entonces la oscuridad es buena». Son nómadas y rara vez permanecen en un lugar más de unos meses. Han ocupado los bosques de Ituri, viviendo de este modo, desde por lo menos el siglo XXV a.C., cuando su presencia fue registrada por la Cuarta Dinastía Egipcia.

Los mbuti (así es llamada la colectividad pigmea de Ituri) hacen hoy igual que cuando los egipcios escribían sobre ellos: no erigen monumentos, muestran escaso interés por las artes visuales, y raramente tocan instrumentos musicales. Sus diversiones consisten en contarse historias, en cantar y bailar.

No es extraño que estas artes hayan llegado a ser tan refinadas. Los mbuti cantan algunas canciones asignando una nota a cada una de las cantantes que forman el círculo, y la melodía gira alrededor a una velocidad vertiginosa. Otras se hacen como las rondas, girando a veces las partes en direcciones opuestas. Es común una estrecha armonía en segundas paralelas, a veces cantadas por bailarines que bailan muy juntos, casi tocándose, como si estuvieran ilustrando la estructura de la música. Los mbuti cantan polifónicamente y se ha observado que en las canciones incorporan el eco de sus voces resonando en los árboles de la selva tropical.

La selección del Voyager procede de un *alima,* o rito de iniciación a la pubertad de las niñas. La palabra deriva de *lima*, término bantú que significa luna, puesto que el rito señala el primer período menstrual de una niña. (Los pigmeos parecen haber perdido su lengua original, e incorporan palabras adaptadas de sus vecinos.) Este canto *alima* lo grabó el antropólogo Colin Turnbull, que vivió seis años con los mbuti. Turnbull describe así la ceremonia: «Para los pigmeos el que una chica joven tenga el primer período menstrual es un momento de extraordinario júbilo, la



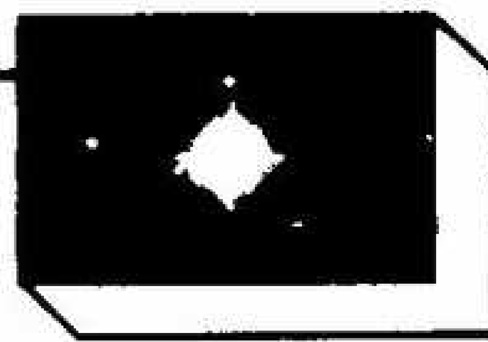
noticia se comunica a todo el mundo. Todos felicitan a la familia, porque la niña ya puede ser madre y ésta es la mayor satisfacción posible para una chica. Al mismo tiempo reconocen la gran responsabilidad que eso trae consigo, pues entre los mbuti ningún niño puede nacer fuera de matrimonio. En cincuenta años de trabajo sobre el terreno, los antropólogos no han encontrado ningún caso documentado de un niño nacido fuera de matrimonio. Cuando una chica tiene la primera menstruación, a veces espera a que alguna amiga suya tenga también su primer período y entonces las dos invitan a sus amigas, mayores y más jóvenes, a reunirse con ellas en una casa *alima* en donde viven durante un mes.

»En esta temporada los chicos que vienen a cortejarlas pueden entrar en la casa *alima* y dormir con las chicas que elijan, pero sólo con la aprobación de ellas mismas y de sus madres. Las madres vigilan la casa e impiden la entrada a cualquier joven indeseable; están dispuestas a pelearse con quien lo intente. Una vez dentro, un joven puede acostarse con una o con varias chicas, por mutuo acuerdo siempre. Se considera éste un período de experimentación, con la perspectiva de un largo matrimonio. Hasta ese momento las relaciones sexuales eran meramente placenteras, a partir de ahora se convierten también en una responsabilidad.

»Los chicos y las chicas piensan y hablan en términos de una mutua satisfacción física y emotiva, y a veces, aunque no siempre, de la experiencia *alima* resulta un matrimonio. El divorcio se da raramente... Cuando los miembros de una pareja están absolutamente seguros de que han escogido adecuadamente al compañero de su vida, el chico hace un regalo nominal a los padres de la niña —que puede ser un arco y unas flechas— y si lo aceptan les hará entrega de un gran antílope cazado por él solo como muestra de que puede cumplir su papel de cazador. Si los padres de la niña aceptan estos obsequios, el chico y la chica forman juntos una familia.

»El *alima* es una de las festividades más alegres de la cultura mbuti porque tiene relación con la vida y al mismo tiempo con las responsabilidades de la paternidad.

»Este pueblo se cuenta entre los más primitivos de la Tierra —añade Turnbull—. No tienen herramientas de piedra. Sólo usan bambú y otros productos del bosque. Al margen de experiencias personales y de valoraciones académicas, creo muy seriamente que en lo que respecta a las relaciones humanas y a su habilidad para controlarlas en beneficio de toda la comunidad, están bastante más avanzados que nosotros. Con esto no formulo ninguna crítica contra nosotros mismos. Simplemente: a me-



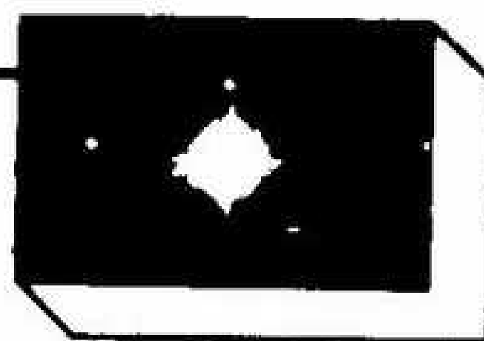
dida que la civilización ha progresado, nuestros problemas han llegado a ser tan complejos que no podemos permitirnos unas consideraciones humanas que para los mbuti son primordiales.»

Percusión del Senegal

La música africana lleva la señal de un pueblo que emigró hacia el Sur hace unos doscientos años, cuyo lenguaje presagiaba el bantú y cuya influencia en todas las artes dio una apariencia de unidad al continente. La encontramos como acompañamiento regular en el viaje y en el trabajo, en los ritmos y en el movimiento; es como un viejo tapiz que se está tejiendo todavía.

La importancia que tiene el ritmo en la música africana ha sido interpretado, incluso por algunos estudiosos relativamente comprensivos, como un evidente primitivismo. El argumento utilizado, que satisfacía tanto los prejuicios políticos como los estéticos, era que la percusión africana remitía a una cultura que no había descubierto aún los encantos superiores de la melodía y de la armonía refinadas. Este error de juicio puede rebatirse por lo menos con dos razones. Primero, la música africana contiene una gran cantidad de melodía y de armonía, a veces muy sofisticadas; la canción pigmea del Voyager ofrece uno de muchos ejemplos. Segundo, los estudios que se han hecho utilizando técnicas para el tratamiento electrónico de datos con el análisis de centenares de grabaciones de música africana, indican que esta música evolucionó por la propia elección de gente que había experimentado con una amplia variedad de música de todo el mundo; en otras palabras, la ignorancia de soluciones alternativas no ha jugado un papel importante en la historia de la música africana.

Ésta es una grabación realizada en el Senegal por Charles Duvelle en 1963; reproduce la música que se toca para acompañar el trabajo en los campos. Los instrumentos son tambores, campanas y tres flautas; las flautas se emplean exclusivamente para puntear. Al escucharla uno evoca una frase del *Li Ji,* un libro de música chino del primer siglo después de Cristo: «La música produce alegría... El hombre no puede existir sin alegría y la alegría no puede existir sin el movimiento.»



Mariachi mejicano

El Cascabel

Esta ejecución a ritmo trepidante de una vieja canción mejicana la interpreta Lorenzo Barcelata y el Mariachi Mejicano. Barcelata nació en Michoacán, un estado de la costa del Pacífico, en Méjico, cuya población negra ha influido en la música de la región. El intercambio de solos es característicamente mediterráneo, pero la rapidez del arreglo y el encadenamiento es de procedencia africana. También es característico del jazz americano y de los blues. Su efecto en *El Cascabel* es intenso. La orquesta mariachi de Barcelata, a pesar de su impresionante tamaño y de la cantidad de tonos, parece tan ágil como un banco de peces voladores.

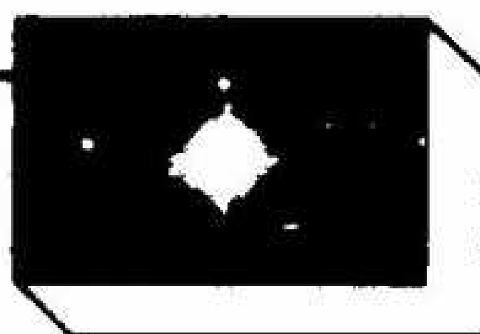
Después de establecer el tema con una obertura de floreo con violines y trompas, Barcelata canta con bravura hispánica. La canción se basa en un equívoco («Qué cascabel tan bonito, querida. ¿Quién te lo dio?... Si me lo quieres vender te daré un beso»), pero la letra, familiar para la mayoría de los mejicanos, tiene sólo una importancia secundaria.

La voz de Barcelata cede el paso rápidamente a un glissando ascendente de violín lleno de variaciones rítmicas y punteado por trompetas. Les llega el turno a los vocalistas secundarios acompañados con flautas. Entonces aparece un conjunto oscilante de violines en un glissando descendente. Guitarras y guitarrones bombean el ritmo con la misma energía con que vaciarían a paletadas el carbón de un buque para que no se hundiese. Cornetas y violines se unen en un intercambio rápido. Las voces, todas masculinas, finalizan con un corte brusco en la figura descendente descrita por los violines y las trompetas. Parece que todo se ha acabado tan de prisa como empezó.

Willie Johnson «el Ciego»

Dark Was the Night

Un estilo de música surgido en América proveniente de la esclavitud de los negros cautivó la atención del mundo del siglo XX. Los especialistas discuten los límites de su definición entre los términos blues, jazz, jitter-



bug y rock and roll, pero todos están cortados de la misma tela, tres recortes de la cual van a bordo del Voyager.

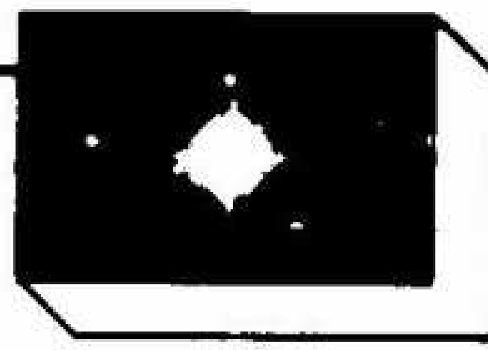
Si quisiéramos rebatir la afirmación de Gertrude Stein de que «nadie en el fondo de su corazón cree en la existencia de Miltons mudos y carentes de gloria», un buen lugar donde comenzar sería el Sur de los EE.UU. en la época de la Depresión y su música llamada, con razón, el blues. Prácticamente todas las ciudades del Sur mantenían —así puede decirse— cantantes negros de blues, cuya música podía escucharse en las esquinas, dentro de las iglesias y en los bares. Para estos cantantes la valoración crítica de los transeúntes podía significar dormir bajo techo o quedarse en la calle; no es accidental que del puñado de personas cuyas canciones fueron grabadas, los mejores fuesen realmente muy buenos, y que desde entonces los compositores populares de Occidente hayan explotado su legado de poesía y música.

Johnson nació en Marlin, Texas, a un año o dos del cambio de siglo. Quedó ciego por culpa de su madrastra que, en un ataque de furia, le arrojó a la cara la lejía de una cacerola, cuando tenía siete años. Alrededor de los veinte se le podía encontrar sobreviviendo en las calles de Dallas gracias a su guitarra y a su poderosa voz. Como algunos otros cantantes consumados de blues, también ciegos, consiguió a través de su música seducir y casarse con una mujer leal. Se llamaba Angelina. Se casaron en 1927 y permanecieron unidos hasta la muerte de Willie en el invierno de 1949.

Johnson fue un maestro tocando la guitarra armónica, una técnica en la cual la guitarra se afina con un acorde abierto y se bloquean las cuerdas deslizando una cejilla u otro objeto puesto encima de ellas; Johnson utilizaba una navaja de bolsillo. Este estilo daba a la guitarra una flexibilidad melódica con reminiscencias de violín, y le prestaba un filo metálico gracias al cual conseguía imponerse al ruido de la calle.

Dark was the Night está basado en un viejo himno escocés de metro largo. En esta versión grabada en Dallas el 3 de diciembre de 1927, Johnson alteró la melodía y sustituyó la letra por un gemido sin palabras. El resultado es, en mi opinión, una de las piezas más profundamente emotivas que se han grabado jamás.

Johnson murió de pulmonía en Beaumont, Texas. Su casa se había incendiado y él y Angelina tuvieron que dormir en una cama empapada de agua. En palabras de la propia Angelina: «Nosotros teníamos una casa; se nos quemó allí, en North End... y cuando nos quemamos, no conocíamos a mucha gente, y yo le arrastré otra vez hasta allí, imagínate,



y nos tumbamos sobre la colcha mojada de la cama con muchos periódicos encima. A mí no me molestaba, pero a él sí, a él le molestaba. Sí. Así fue, se volvió del otro lado. Y yo me había quedado sobre los papeles; y pensé que si ponía mucho papel encima quizá con eso no nos pondríamos malos. No, no nos mojamos, fue solamente la humedad. Entonces él se puso a cantar y las venas se le abrieron, y todo. Y eso le puso enfermo, claro... En el hospital no le admitieron. Estaría vivo todavía si se hubieran quedado con él. Porque era ciego. Los ciegos lo tienen todo difícil, no los quieren en el hospital...»

Las canciones de Johnson hablan de una situación que él vivió muchas veces: cae la noche y uno no tiene dónde dormir. Desde que el hombre apareció sobre la Tierra, todavía no ha caído el manto de la noche sin que un hombre o una mujer se hayan encontrado en estas mismas condiciones.

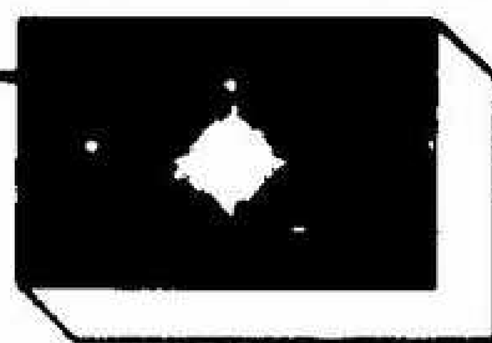
Louis Armstrong

Melancholy Blues

El mismo año en que Willie Johnson *el Ciego* grababa *Dark was the Night,* Louis Armstrong realizaba en Nueva York una serie de grabaciones que iban a revolucionar el jazz. La música no es ninguna monarquía y Armstrong no demostró ningún placer ante el título de «Rey del jazz» que le otorgaron los críticos, pero es difícil encontrar un músico del siglo XX más influyente en cualquier campo.

Su constante optimismo y sus éxitos posteriores nos hacían olvidar que tuvo una infancia dura. Su padre abandonó el hogar cuando Louis tenía cinco años, y el niño fue educado en parte en el Orfelinato de Nueva Orleans. Armstrong escribe en su autobiografía que su primera novia, su primera mujer y muy posiblemente su madre eran prostitutas. En relación al nivel de violencia del barrio recuerda alegremente: «Jamás he visto tanta navaja trabajando. Todos estiraban la pata. Una puñalada por aquí, una raja por allá. ¡No veas! Mary Jack murió de eso.»

La música era el solvente. «Música por todas partes —dijo Armstrong—. El vendedor de tartas y el charlatán, todos tenían su gancho para atraer a la gente. El vendedor de tartas solía tocar un *swing* con la corneta, y el charlatán repicaba un enorme triángulo.» Estaban las ban-



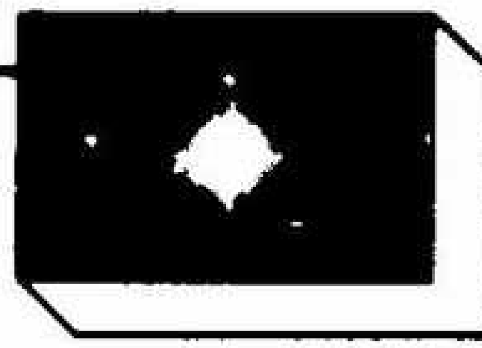
das de los alojamientos de los hombres, las bandas de marcha, las bandas de baile, y los sábados y los domingos por la tarde las bandas de jazz recorrían las calles tocando desde sus carromatos. (Armstrong conjeturaba que la frase «on the wagon» que indica sobriedad, proviene de los músicos de Nueva Orleans cuando tenían que decidirse por aceptar un carro para ir a tocar o quedarse a beber todo el fin de semana.)

Alan Lomax explica de este modo su enfoque de la evolución del jazz en Nueva Orleans: «Los últimos años del siglo XIX fueron tiempos difíciles para los negros del Sur, especialmente en Nueva Orleans, porque es ahí donde los negros casi se habían hecho con el poder. Hubo muchas muertes. Lo poco que quedaba de su poder estaba concentrado en los primeros alojamientos de negros en Nueva Orleans. Organizaron bandas de marcha para tocar en los funerales. ¿Quién puede impedir que celebres un funeral? Todo el mundo ha de tener su funeral.

»Lo interesante es que la principal forma orquestal en África son las trompas en una relación polirrítmica con los tambores, y cuando los negros de Nueva Orleans organizaron estas bandas de los alojamientos de hombres se remontaron a sus raíces ancestrales. Sus bandas estaban llenas de trompetas y de tambores. Se valían de trompetas curvas, trompetas rectas y de trombones, y *hablaban* a través de ellos. Era un lenguaje y también una afirmación de la fuerza y del poder masculino. Los negros estaban en marcha otra vez, como si hubieran vuelto al África. Era algo que no habían podido hacer durante toda la esclavitud.

»Los africanos estaban acostumbrados a usar sus instrumentos como si conversaran, haciéndolos hablar, y Louis fue, de entre todos los grandes músicos, el único que realmente *cantaba* a través de su trompeta. Y cambió para siempre toda la técnica instrumental en Occidente.»

Escuchando *Melancholy Blues* es difícil discutir la afirmación de Lomax de que estamos escuchando a un pueblo musical en el acto de redescubrir su voz. Las raíces de la canción, blues puro, evocan la música del país negro, pero ahora la música toma un ritmo nuevo y atrevido, acompañado en esta trayectoria por el banjo y la tuba; los ingenieros que grabaron la pieza en 1927 tuvieron problemas con los tambores y por eso el percusionista aquí solamente toca los platillos. Aparecen luego exuberantes solos de trombón, de clarinete y de la trompeta de Armstrong.



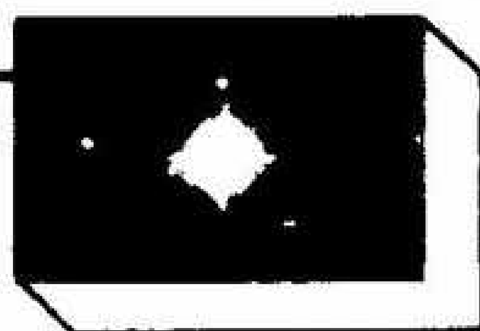
Chuck Berry

Johnny B. Goode

Cuando el jazz surgió del blues y se fue a las ciudades, quedó atrás el suelo rural donde el blues había nacido. A finales de los 50 Armstrong se encontró con que el jazz moderno era precisamente el único tipo de música que no le gustaba. Fue sólo una cuestión de tiempo hasta que alguien volvió al campo.

Chuck Berry, un obrero de una línea de montaje de automóviles, que trabajaba fuera de horas con bandas de San Louis, se consideraba a sí mismo un cantante de blues. Le gustaban especialmente los blues lentos y los punteaba con una elaborada intervención de la guitarra eléctrica.

Pero descubrió que no era un vocalista; el público se impacientaba con sus melodías suaves y sólo respondía cuando el ritmo se aceleraba. Berry, buscando un material para un ritmo más fuerte, empezó a escribir canciones a las que incorporaba acordes de guitarra, empleados desde siempre en la música country de los blancos y de los negros, pero ahora sincopadas, aceleradas y amplificadas. El público se ponía en pie de un salto y bailaba. Berry estaba inventando en parte el rock-and-roll, la música que iba a dar la vuelta al mundo como lo había hecho el jazz una generación antes. *Johnny B. Goode,* publicada en 1958, trata de un chico pobre del campo que hace el mismo descubrimiento que hicieron Louis Armstrong y otros, que la música podía liberarle del anonimato y ofrecerle la fama. La primera estrofa sitúa la escena con la misma precisión que una balada inglesa o una novela del siglo XIX; una cabaña de troncos en Louisiana, donde Johnny vive y aprende a tocar la guitarra. La segunda se destaca porque su perspectiva varía sin esfuerzo tres veces en cuatro frases. Primero vemos a Johnny solo, luego desde el punto de vista de un mecánico en un tren (Berry que nació hacia 1926 era uno de aquellos americanos que todavía veían en los trenes símbolos de la huida hacia la gran ciudad), luego lo vemos como el personaje elogiado por los espectadores, anticipando a las multitudes que le colmarían de admiración cuando llegara a ser una estrella. La tercera estrofa se basa en la profecía de la madre de Johnny: «Quizá tu nombre estará algún día ante los focos.» La historia finaliza aquí. Las canciones de rock-and-roll, como dijo F. Scott Fitzgerald refiriéndose a las vidas americanas, normalmente no tienen segundo acto.



La imaginería viva de las piezas líricas de Berry ayuda a comprender una idea que vislumbraron entonces los músicos de jazz, a saber, que la música popular podría ser un vehículo para la poesía. Pero el propio Berry, después de escribir torrencialmente durante sólo unos años, mostró una falta de interés por la innovación comparable a la de los bardos homéricos. A los cincuenta años estaba todavía interpretando las mismas canciones, argumentando con bastante razón que cada vez que las tocaba le salían distintas. Viajaba con una pequeña maleta y su guitarra contratando el equipo y los músicos locales allí donde tocaba. «Puedo afirmar con orgullo que si me llamas por la mañana y hay un avión que salga para ahí —acostumbraba a decir—, te complaceré tocando esta misma noche.»

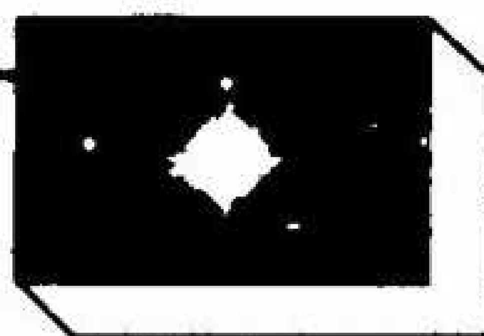
Japanese shakuhachi

Grullas en su nido

La flauta de bambú llamada shakuhachi llegó al Japón, como tantas otras cosas, desde la China.

Las orquestas de la corte imperial china mantenían grandes tubos para afinar sus instrumentos, siguiendo el consejo de que un tono uniforme era esencial para mantener el orden en el Cielo y en la Tierra. Unos tubos de bambú de varios tamaños unidos entre sí formaban una especie de gran flauta de pan, un instrumento que aparece continuamente en la música del Voyager. En un momento dado los músicos chinos prescindieron de los tubos unisonantes y comenzaron a tocarlos individualmente, con agujeros para los dedos taladrados en el bambú. Las flautas acabaron designándose por su longitud, porque ésta determinaba su tono fundamental. Se cree que la palabra shakuhachi es una pronunciación degenerada por el japonés de la medida de este tipo de flauta en China: *isshaku hassun,* que significaría un *shaku* y ocho *sun,* o aproximadamente 55 cms.

El shakuhachi se hizo popular en Japón durante el Edo, principalmente como resultado de las intrigas de un grupo de *komuso,* sacerdotes errantes que llevaban en la cabeza cestas de mimbre para cubrirse la cara y ocultar sus facciones. Muchos komuso de finales del siglo XVI y principios del XVII eran ex samurais desposeídos de rango y privilegio, incluyendo el privilegio de llevar espadas. La pertenencia a la orden enmascarada les permitía evitar enfrentamientos que podían ser embarazosos con per-



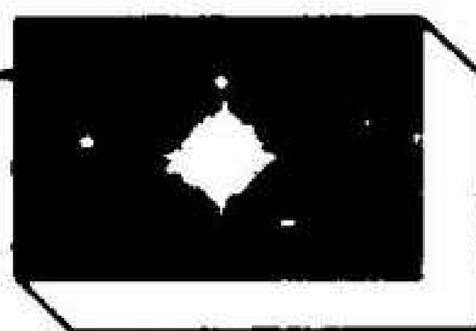
sonas que ellos habían tiranizado cuando tenían armas. Si estas precauciones resultaban insuficientes, algunos samurais convertidos en sacerdotes decidieron llevar un shakuhachi que pudiera usarse en caso de apuro como una porra. El tipo de flauta preferido para estas finalidades era una versión más grande y pesada de la flauta, cortada desde la base del bambú; el shakuhachi moderno evolucionó a partir de este modelo. William Malm, un musicólogo de la Universidad de Illinois a cuya erudición debemos la reconstrucción de esta historia, escribe: «Éste es quizá el único ejemplo en la historia de la música en que la necesidad práctica de defenderse constituyó un factor primordial en la construcción del instrumento.»

El gobierno shogun reaccionó exigiendo licencias a los intérpretes de shakuhachi. Los sacerdotes samurais falsificaron las licencias. Las autoridades prefirieron no provocar más a personas que eran, en definitiva, un grupo de luchadores expertos y propusieron a los sacerdotes autorizarlos a cambio de convertirse ellos en espías del gobierno. Aceptaron y establecieron una serie de centros desde los que podían, en palabras de Malm, «desparramarse por avenidas y callejuelas... tocando suaves melodías y escuchando de paso conversaciones íntimas», detrás de sus máscaras de mimbre. «Todavía hoy se observa que los komusos errantes de Tokio tienen muchos conocidos en el cuerpo de policía», añade Malm.

Uno de estos ex samurais, Kinki Kurosawa (1710-1771) recorrió el país recogiendo composiciones de flauta de los monjes zen *fuke*. Su colección consta de treinta y seis piezas de shakuhachi y se conocen hoy en día como el *honkyoku* o *Piezas originales*. *Grullas en su nido* es una de ellas.

El shakuhachi moderno es muy parecido a la porra samurai del siglo XVII. Es una flauta de bambú con agujeros para los dedos, un agujero para el pulgar y sin embocadura. Se toca a través de una hendidura cortada en el bambú cerca de su extremo superior. En manos expertas es capaz de dar un impresionante vocabulario musical. Para construir un shakuhachi hay que escoger cuidadosamente un trozo de bambú del tamaño y del grosor apropiados, que sea lo más circular posible. En algunos casos el bambú puede curvarse en el taller para mejorar sus cualidades naturales. El interior está lacado para mejorar el tono.

La tradición dicta que las piezas originales han de interpretarse con frecuentes y dinámicas subidas y bajadas, mientras que frágiles riachuelos de notas se desvanecen al final de la mayoría de las frases. Malm ha descrito muy bien el sonido: «Desde un susurro, un *piano* de caramillo, los sonidos crecen hasta un *forte* metálico y vibrante para hundirse luego



en una suavidad envuelta en algodón, y acabar con una nota casi inaudible y graciosa que parece un pensamiento tardío. Es la combinación de todos estos estilos musicales lo que produce sentimientos de vaguedad y de melancolía en el ánimo de muchos oyentes.» El ritmo no es fijo y el solista puede cambiarlo a su gusto. El tono se establece de acuerdo con la resonancia de la flauta que se va a tocar.

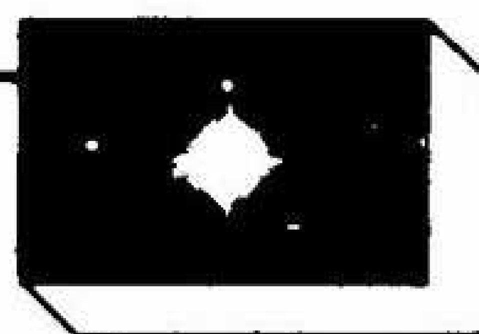
El ideal del solo de música japonés es producir una amplia gama de efectos con los mínimos ingredientes. La música no está escrita y hay un gran margen para la improvisación. Los títulos son frecuentemente programáticos, pero se invita al oyente a que deje vagar su imaginación más allá del tema indicado. En esta pieza el tema del título es el cariño de las grullas por sus crías. Algunos oyentes sienten la flauta como el grito de un pájaro y lo consideran apropiado al vuelo solitario del Voyager a través del espacio.

Mozart

Reina de la Noche. Aria n.º 14 de «La Flauta Mágica»

La Flauta Mágica es la última ópera de Mozart, estrenada el 30 de septiembre de 1791, menos de tres meses antes de su muerte a la edad de treinta y cinco años. El aria «Reina de la Noche» ha sido denominada «una de las descripciones de carácter más extraordinarias que la música haya logrado jamás», y el carácter dibujado es maligno: «¡La venganza de los Infiernos hierve en mi corazón; y la muerte y la desesperación estallan a mi alrededor!», canta la reina, que gobierna desde un trono decorado con estrellas. Cuando hubo acabado esta ópera Mozart volvió a trabajar en su *Réquiem*. Se lo había encargado un cliente anónimo y Mozart, cuando su salud comenzó a fallar, sospechó que le había envenenado con la intención irónica de que el *Réquiem* fuese para el propio Mozart. Mozart, antes de concluir la obra, murió para ser enterrado en una sepultura de pobre. Estas circunstancias macabras hacen que algunos vean la ópera bajo una luz tan trágica como la del *Réquiem*, aunque hay razones para pensar que el compositor se sentía más alegre con respecto a aquélla.

Le encargó la ópera Emmanuel Schikaneder, que estaba organizando ciclos de ópera popular en un teatro del barrio vienés de Wieden. Schikaneder disfrutaba con el teatro, con la bebida y con las mujeres, placeres a



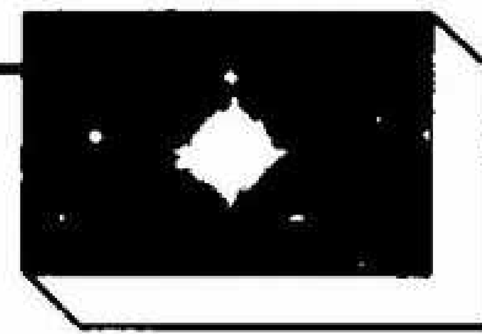
los que Mozart no era del todo ajeno. La producción tuvo algo de negocio familiar. Schikaneder escribió el libreto y representó el papel del pajarero Papageno, un personaje gracioso y tonto para el público. La cuñada de Mozart, Josefa Hofer, representó el papel de Reina de la Noche. Mozart describía a Josefa como «una pérfida mujer, gruesa y perezosa, y tan astuta como un zorro». Era la persona indicada para representar a la Reina. Las representaciones, interrumpidas por aplausos y alborozos, fueron un éxito al que contribuían las bromas que Mozart gastaba a sus amigos en el escenario. (En una escena, Schikaneder haciendo de Papageno tenía que tocar un juego de campanillas sordas, mientras tras el telón otro proporcionaba la música: Mozart se encargó de las campanillas y se lanzó a ejecutar un arco iris de improvisaciones, mientras el público se reía mirando como Schikaneder trataba de seguirle.)

Los aficionados a la ópera italiana quizá se apacigüen al recordar que si bien la única selección operística del Voyager es, desde luego, austríaca, Mozart aprendió a componer ópera en Italia y escribió concretamente esta aria en el estilo italiano de bravura. Los lectores que aún no se hayan cansado de oír hablar de flautas de Pan, puede que estén interesados en saber que a Mozart también le encantaban —había escuchado flautas indonesias importadas en un período de interés general en Europa hacia la música asiática— y que incorporó muchas en *La Flauta mágica.* Sin embargo, no aparecen en el aria «La Reina de la Noche».

No recuerdo hasta qué punto la elección fue consciente, pero al seleccionar la música que navegará a bordo de la nave espacial por las oscuridades interestelares, nos encontramos con que se habían incluido cuatro piezas sobre el tema de la noche: *Dark Was the Night* de Willie Johnson *el Ciego,* el *Canto navajo a la noche,* la canción aborigen del lucero del alba, y ésta de Mozart.

Coro georgiano: «Tchakrulo»
Gaitas del Azerbaidjan: «Ugam»

Las dos selecciones musicales del Voyager procedentes de la Unión Soviética son de una zona ganglionar, el Cáucaso. Desde remotas épocas prehistóricas los valles de esta cordillera situada entre el mar Negro y el Caspio han presenciado mareas alternantes de emigración desde y hacia Asia, Oriente Medio y el Mediterráneo. La situación misma de la región



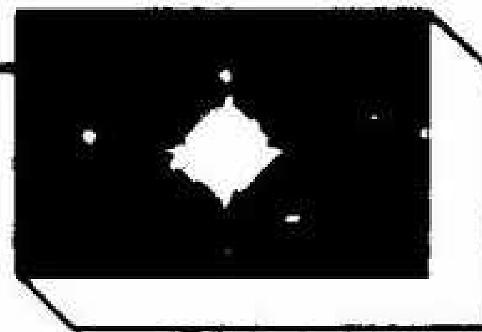
la ha sometido a tales migraciones; las barreras de sus montañas impedían que fuesen frecuentes, y contribuyeron a destilar las culturas de los que se quedaron. Los resultados han llamado la atención de los viajeros durante siglos. Jasón buscaba el Vellocino de Oro en el Cáucaso, los árabes llamaron a la región «una montaña de lenguas», y cuando las legiones romanas se adentraron en el Cáucaso, necesitaron la colaboración de intérpretes en ochenta idiomas. Muchos viajeros comentaban el grado de desarrollo de la música que habían oído allí.

Los azerbaidjanos son un pueblo turco que emigró del Oriente en época histórica. Su religión es el Islam. El solo de gaita del Voyager presenta una serie de variaciones sugestivas tocadas sobre un bordón rico en subdominantes, en el que se pueden descubrir rastros tanto de la tierra a donde llegaron, como de las que dejaron atrás; la música tiene algo identificable para oyentes desde España hasta Afganistán.

La recogió Henry Cowell, el pianista y compositor americano que en su edad madura comenzó a interesarse por la música popular. La canción, perteneciente a una zona que ha sido llamada «isla polifónica», está interpretada a tres voces que se reparten entre un coro y dos solistas. La palabra «tchakrulo» significa a la vez «atado», como un fardo de heno, y «duro» o «resistente». La canción acusa a un príncipe de la región de ser injusto con los campesinos, y declara que serán ellos mismos quienes arreglarán las cosas; explorando así los dos significados del título. Dentro de la sutil autoridad de la música se pueden oír acordes que aparecen también en la música clásica occidental, consolidando el argumento de que los georgianos fueron los inventores de la polifonía occidental.

Canción de los pastores búlgaros «Izlel je Delyo Hagdutin»

La presencia de dos piezas de gaita, la búlgara y la azerbaidjana, a bordo del Voyager nos hace pensar que la astronomía y la música van unidas en la historia de los pastores. La necesidad de vigilar el rebaño cada noche convirtió a los pastores en estudiosos de las estrellas, y en autores de constelaciones. En algunas partes del mundo utilizan música de gaita para apaciguar a las ovejas y mantenerlas reunidas en la oscuridad. Alan Lomax señala que el sonido de las gaitas primitivas recuerda el balido de las ovejas, como la misma gaita, que con frecuencia estaba



fabricada con piel de oveja con las pezuñas todavía colgando. «Mi opinión es que la gaita es un instrumento de pastores porque las ovejas responden a él como si fuese una de ellas —dice Lomax—. El instrumento reposa en los brazos del pastor como un corderito enfermo —en Bulgaria suele estar cubierta de lana— y produce una especie de balido. La oveja sigue el sonido y se queda cerca del pastor. De esta forma un pastor puede de noche mantener su rebaño unido aunque esté paciendo. Yo estuve con pastores españoles que se pasaban toda la noche tocando, algunos saben centenares de melodías. Sospecho que los pastores crearon gran parte de nuestro repertorio europeo de melodías: tienen todo el tiempo a su disposición y además un auditorio cautivo.»

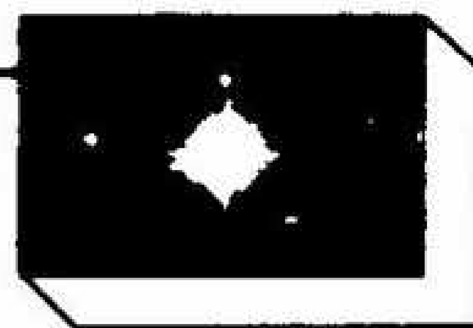
En esta canción grabada en la soledad del pueblo montañés de Arda, la música de gaita recuerda mucho el reclamo de los pastores. La letra canta a una figura familiar del folklore, el forajido que hostiliza a las tropas de ocupación. Su nombre es Delyo y *«hagdutin»* califica su profesión como la de un bandido tipo Robín de los Bosques. Delyo lucha junto a los campesinos y advierte a los oficiales turcos que no intenten convertirlos al mahometismo. Los turcos gobernaron Bulgaria durante cinco siglos y si bien la letra de la canción manifiesta una resistencia a esa situación, en la melodía hay señales de una evidente influencia turca. Las gaitas tocan con una fuerza terrible, igualada o incluso superada por el canto de Valya Balkanska, quien conserva un aire encantador mientras canta como si pudiera hacerse oír tres valles más allá.

La calidad de la música folklórica búlgara va emparejada con su cantidad. Un coleccionista, Vasil Stoin, había transcrito en 1939, cuando murió, unas 12 000 canciones folklóricas. Por indicación del compositor Béla Bartók se pasó luego de transcribir a grabar directamente en el campo. Hoy en día los archivos del Instituto de Música Búlgara guardan más de 100 000 canciones.

Stravinski

Danza del sacrificio de «La consagración de la primavera»

La consagración de la primavera representa la incursión de un intelecto penetrante en una zona de la imaginación que se desarrolló cuando nuestros antepasados vivían en sociedades parecidas a aquellas que ahora



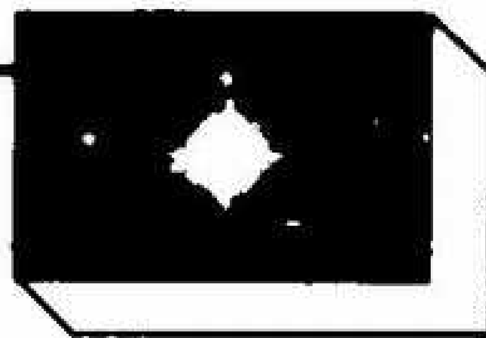
nos da por llamar primitivas. La idea de la pieza se le apareció a Stravinski en un sueño, «una escena de un ritual pagano en la cual una virgen elegida para el sacrificio va a la muerte danzando» según sus propias palabras. «Para mí, que soy ruso —añadió— esta imagen tomó forma en la época de la Rusia prehistórica.» Stravinski tomó el tema de la obertura de una melodía folklórica enraizada en una canción de pastor de los Cárpatos, de antigüedad desconocida; y en toda la pieza ejerció una opción que le asociaría muy estrechamente con los primitivos: dio importancia al ritmo.

La acogida que recibió la obra en su estreno en el Théatre de Champs-Élysées en París en 1913 es histórica. Los bailarines no podían oír la orquesta por culpa de los silbidos. La prensa musical calificó la composición de «horrorosa» y «bárbara». Siete años después el crítico de Nueva York, Deems Taylor, escribía: «Suena como una cacofonía simplemente porque yo no estoy acostumbrado, y todo me suena igual probablemente por la misma razón por la que todos los chinos me parecen idénticos; porque no la conozco bien.»

Más tarde todavía, el compositor rumano y escritor sobre música, Roman Vlad, que nació seis años después de la composición de *La consagración de la primavera,* y que creció en un mundo musical que se había convencido, desde hacía tiempo, de que la obra era perfectamente aceptable, escribió: «Aquí, *quizá por primera vez en la historia de la música,* el ritmo juega una baza fundamental en el discurso musical, arrastrando en su remolino todos los elementos melódicos y armónicos en bloque.» (El subrayado está añadido.)

Quizá parezca extraño que una frase de este tipo pueda haberse escrito en un mundo en donde el ritmo ha estado jugando «una baza fundamental en el discurso musical» durante miles de años, pero la observación nos da una pista para entender los gritos de indignación en la noche de su estreno. Interesa al mundo occidental, en este intervalo de predominio suyo, imaginarse que al hacer nuestras voces más ruido ya a nadie le queda mucho por decir. *La consagración de la primavera* puso en entredicho este falso argumento introduciendo en la sala de conciertos una reproducción de la música de nuestros denigrados antepasados prehistóricos y de sus familiares contemporáneos, los ciudadanos del mundo «subdesarrollado». En la medida en que la obra tuvo éxito como música era forzoso que provocase indignación. Nos recordaba todo lo que debemos a gente que ya hemos olvidado.

El escándalo pronto se calmó y nuestra civilización ha asimilado *La*



consagración de la primavera, después de tragársela silenciosamente, como el conejo deglutido por la serpiente; lo que ocurre en las salas de conciertos nunca cambia realmente el mundo. Stravinski ya no volvió a escribir nada parecido, negándose a realizar una carrera de extracción neolítica. La composición no tendió puentes entre culturas. Fue más bien un grito a través del río.

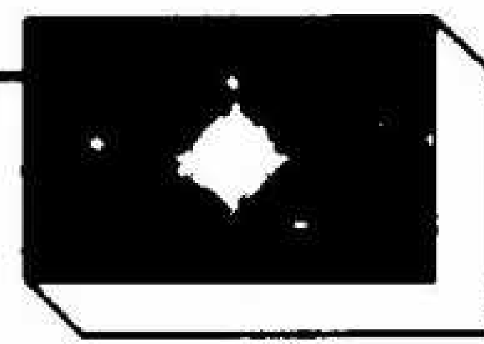
«Canto navajo a la noche»

Los navajos, el grupo de indios americanos más numeroso hoy en día, están emparentados con los apaches. Emigraron al sudoeste de los Estados Unidos hace mil años como cazadores, más tarde bajo la influencia de los indios pueblo adoptaron la agricultura y la cría de ovejas.

El *Canto a la noche* pertenece al Abuelo de los Dioses, una de las treinta y cinco ceremonias navajas más importantes. Dura nueve días y su función es iniciar a los chicos y chicas en la vida ceremonial de la tribu. Los bailarines dirigen la ceremonia y llevan máscaras que —como las trompas de los aborígenes de Australia y de Nueva Guinea, y las gaitas de los isleños de Salomón— se preparan bajo estricto control y con un acompañamiento ritual en un período de semanas o de meses. La canción es unisonante. Los cantantes ensayan con varios meses de anticipación, esforzándose en introducir nuevas canciones y variaciones lo bastante atractivas para ser adoptadas como parte permanente de la ceremonia. Una innovación en esta canción concreta es que la voz masculina normal alterna con un fantástico falsetto.

El único acompañamiento a las voces en el *Canto a la noche* son unos sonajeros de calabaza, sacudidos por los bailarines moviéndose al son de la danza; una seductora consecuencia de ello es la posibilidad de imaginarse la danza con solo escuchar el disco.

El *Canto a la noche* fue grabado por Willard Rhodes, entonces de la Universidad de Columbia, quien realizó más de un millar de grabaciones de música india americana.



Anthony Holborne
«La ronda de las hadas», de Paueans, Galliards, Almains and Other Short Aeirs

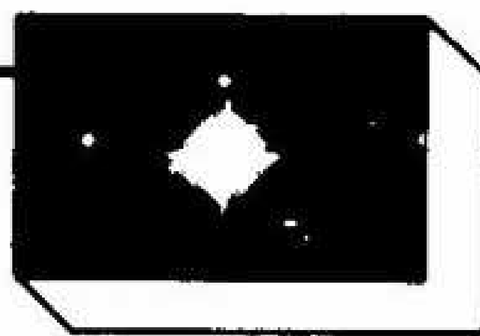
Las limitaciones de tiempo impidieron incluir en el Voyager una aceptable historia de la música. Esta pieza corta para flauta de pico constituye una excepción. Hay que escuchar *La ronda de las hadas* comparándola con la pieza de la casa de los hombres de Nueva Guinea o las flautas de Pan melanesias, para comprobar que la flauta de pico deriva de las trompas de madera y de las flautas de Pan. Si se escucha junto con Bach se verá que suena enlazada también con el futuro.

Esta selección de música renacentista se grabó bajo la dirección de David Munrow, cuya muerte el 15 de mayo de 1976, a la edad de treinta y cinco años, lamentaron a ambos lados del Atlántico los entusiastas de la música medieval y renacentista. En su corta carrera, Munrow organizó la Asociación de Música Antigua de Londres, y dio conciertos de música casi olvidada que estimulaban y al mismo tiempo instruían al público. Publicó treinta y tres álbumes de discos de música antigua, y apareció como intérprete de fagot en muchas grabaciones de repertorio clásico, incluyendo cinco versiones de los Conciertos de Brandeburgo. Al enterarse de la muerte de Munrow, su compañero John Currie, director del coro de la ópera escocesa dijo: «Afortunadamente vivió el tiempo suficiente para demostrar a un amplio sector del público que no existe una música muerta por el mero hecho de ser vieja.»

Perú

Canción de boda
Canción con flautas de Pan y tambores

Los invasores españoles se encontraron con que los músicos peruanos tocaban muchos tipos de instrumentos hechos de madera, piedra, hueso y metal. El florecimiento de su música entonces y ahora nos permite, sin menospreciar en absoluto la música de otros pueblos sudamericanos, aceptar la opinión del musicólogo Robert Stevenson cuando dice: «Musi-



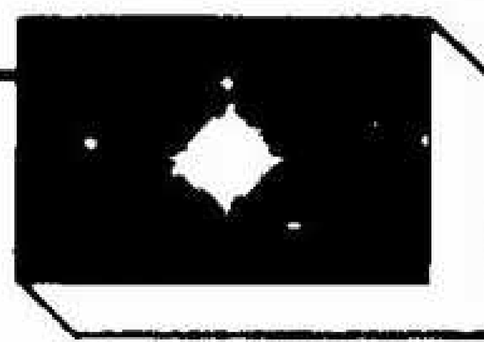
calmente hablando, los pueblos andinos superan al resto de los enclaves del Nuevo Mundo.» Es lógico que a los peruanos les guste cantar y tocar instrumentos de viento, porque su patria, situada a gran altitud, les ha proporcionado la mayor capacidad torácica del mundo.

Esta canción de boda, cantada con toda pureza y sin afectación por una chica de quince años, de un pueblo peruano, la grabó en 1964 John Cohen, un popular cantante de folk americano. «Karen Bunder, una voluntaria del Cuerpo de la Paz nos dijo que conocía a algunas chicas que sabían lindas canciones y que nos las cantarían —explica Cohen—. Mientras grabábamos, la madre de la niña llamó a la puerta para saber qué hacíamos. Afortunadamente sus golpes no se registraron en la cinta.» Esto pasaba en Huancavelica, en lo alto de los Andes.

La letra de esta canción inca representa el lamento de una jovencita por haberse casado demasiado joven para saber lo que se hacía. «Me llevaste a la iglesia un domingo; yo pensé que era la hora de la misa... —canta ella—. La banda tocaba y yo creí que era tu cumpleaños. Fui una tonta.» La chica que Cohen grabó no había soportado ninguna experiencia de este tipo, y creo que esto da más encanto a la grabación; se ha dicho, en el otro extremo del espectro, que el efectismo de la ilusionada canción de Billie Holiday *The Man I Love* proviene de que la cantante no se creía la letra.

Las semejanzas descubiertas entre los instrumentos de Sudamérica, y sus equivalentes de China, India y el Pacífico meridional son pruebas indicativas de que el hombre en épocas prehistóricas navegó por el Pacífico. Pocas semejanzas son más sorprendentes que la construcción de las flautas de Pan a ambos lados del Pacífico. Las escalas y los tonos empleados acostumbran a ser los mismos, y los músicos de la antigua China y de Sudamérica coinciden a veces al construir sus instrumentos con dos hileras unidas de seis flautas cada una.

La selección del Voyager está interpretada en una de esas flautas de dos hileras. Se cortan palos de madera huecos de diferentes longitudes, abiertos por el extremo superior; el sonido se produce al soplar por la abertura. El tempo irregular y desvencijado del acompañamiento de tambor es intencionado y no una falta de habilidad; el tambor manipula deliberadamente el ritmo para favorecer lo inesperado. Puede ser interpretado aquí por una banda de un solo hombre. Músicos tocando simultáneamente flautas de Pan y el tambor, se pueden ver en las cerámicas pintadas peruanas anteriores a la conquista inca, y por las calles de las ciudades peruanas hoy en día.



Flautas melanesias

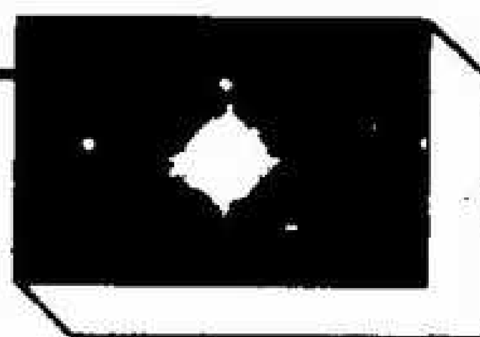
La música principal de Malaita, una isla de veinticuatro kilómetros de longitud en las islas Salomón, en el Pacífico, es el conjunto formado por flautas de Pan. Las flautas se hacen con mucho cuidado y muy ornamentadas. En las Salomón se utilizan dos tipos de flauta, las de hilera sencilla y las de doble hilera, pero los habitantes de Malaita prefieren la variedad de hilera sencilla.

Sus canciones tienen que ver con los espectáculos y con los sonidos de la naturaleza, y se acompañan de historias que explotan su tono emotivo y las lecciones que puedan ofrecer. Las historias normalmente no se revelan al público, sino que se transmiten en privado entre los músicos, como en un gremio.

Cuando un grupo de flautas van a tocar juntos, normalmente ensayan tocando para sí muy suavemente toda la canción —algo que por sí solo puede ser ya muy encantador— y luego la tocan por segunda vez a todo volumen. El contrapunto es frecuente, sin embargo la melodía del Voyager está interpretada con una melodía simple.

La música tradicional de la Melanesia está desapareciendo, una triste historia que se repite en muchas partes del mundo. Durante años las misiones cristianas desaconsejaban estas manifestaciones e incitaban a los jóvenes isleños a considerarlas como algo anticuado, doctrina ésta que en algunos lugares aún persiste. Un musicólogo francés que ha grabado música melanesia escribe: «Esta actitud asombrosa todavía la defienden hoy en día los misioneros de las dos iglesias protestantes de Malaita, la Misión Evangélica del Mar del Sur y los Adventistas del Séptimo Día... Durante décadas el poder colonial ha venido repitiendo a los melanesios que cualquier costumbre ancestral es despreciable. Y en 1970, la emisora de radio de las islas Salomón dedicaba a la música tradicional y a la literatura oral juntas, en total quince minutos semanales.»

El reverendo D. A. Rawcliffe de Pawa advierte que, a menos que se invierta esta tendencia, los instrumentos desaparecerán junto con la música que tocan. Las flautas «eran comunes en la mayoría de las islas —escribe—, pero ahora se encuentran sólo en unas pocas, especialmente en Malaita... E incluso allí sólo un puñado de hombres sabe cómo fabricarlas».



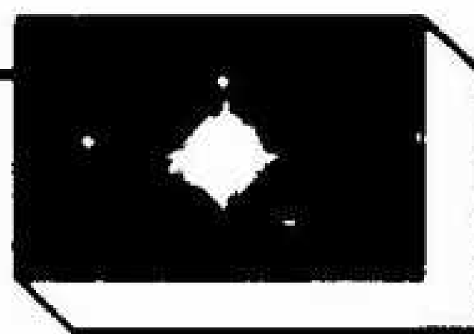
Trompa australiana y canción de tótem

Sandra LeBrun Holmes, una respetada coleccionista de música, danza y artes visuales aborígenes, nació en un pequeño pueblo ganadero cerca de Broken Hill, al oeste de Nueva Gales del Sur, en manos de una comadrona aborigen. Ha vivido y trabajado entre los aborígenes más de treinta años. Sus brazos y su pecho llevan las cicatrices de las cuchilladas recibidas en la ceremonias de iniciación en las costumbres y ritos de la tribu.

«Desde la infancia he considerado a los aborígenes como mi propia gente —escribe—. He luchado para conservar y grabar sus canciones, sus danzas y a *ellos mismos*. Siempre me han inspirado una profunda compasión y a medida que iba creciendo me sentía cada vez más identificada con ellos, hasta que todo mi interés, mi amor y el trabajo de mi vida se han hecho tan profundos que han llegado a significarlo todo para mí, y me hacen feliz. Pretendo salvar algo de su historia visual, de su historia escrita y de sus lugares sagrados y de su orgullo. He tenido que enfrentarme inevitablemente con la crueldad del racismo y me han tachado de excéntrica y de "negra blanca". Mi gran sueño es establecer en algún lugar un museo educativo, para enseñar a los blancos a comprender a los aborígenes y a reconocerlos como seres humanos que tienen sus religiones e identidad propias.»

Los extractos de las dos canciones que aparecen en el Voyager fueron grabadas por Holmes en el año 1958, en Crocodile Islands de la Tierra de Arnhem, la mayor reserva aborigen de Australia que se extiende por 50 211 km^2 en el Territorio del Norte. Los instrumentos son palos para golpear hechos con madera del árbol de hierro y el didgeridoo, una trompeta grande y zumbante de madera. El didgeridoo carece de agujeros para los dedos y para conseguir que suene se necesitan volúmenes enormes de aire. Para cumplir con esos requisitos los músicos a lo largo de los años desarrollan los pulmones y los músculos inferiores de la espalda. En la segunda canción se escucha el canto de un solo de voz.

La vida en la Tierra de Arnhem no es particularmente dura para el nivel de los aborígenes —hay tribus en las regiones centrales que resisten perfectamente a los insectos—, pero es bastante exigente y la música de la religión refleja una preocupación común al arte aborigen: la ansiedad ante los caprichos de la naturaleza. En una sociedad de subsistencia, las vicisitudes del clima pueden presagiar penalidades o la muerte. Muchos



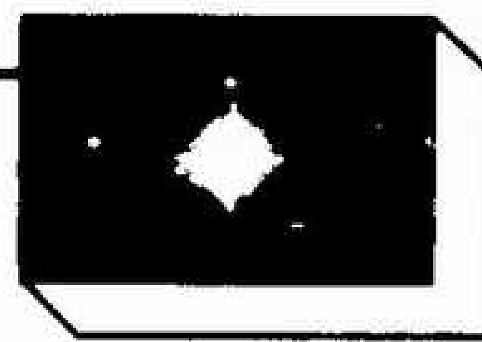
ritos aborígenes pretenden aplacar a la naturaleza, pedir que los días y las estaciones se sucedan de un modo razonablemente moderado y predecible.

En uno de estos extractos, un cantante de la tribu Millingimbi imita a un pájaro diablo, un símbolo universal de los peligros del destino que no fue extraño a Sófocles. En el otro extracto, la estrella de la mañana, Barnumbirr, es alzada ceremonialmente en el cielo oriental desde el país de los muertos; su aparición irá seguida por el calor del alba. La gravedad de la música concuerda con las preocupaciones que la han inspirado.

Nueva Guinea

De la isla de Nueva Guinea proviene esta otra muestra de música tribal antigua, interpretada con dos enormes trompas de madera dura. Obsérvese la belleza del tema en alto que se escucha al principio y al final. El dúo intermedio puede parecer repetitivo. Una audición más atenta revela que la misma figura no se toca nunca dos veces del mismo modo. Las variaciones siguen de hecho una estructura propia, y el oyente, si les presta atención —un ejercicio parecido a querer reconstruir una voz inexistente en una fuga de Bach— se introduce en una música cuya naturaleza yo llamaría hipnótica. El paralelismo más próximo que puedo imaginar dentro de la naturaleza es el canto entrelazado de los grillos, un sonido que si se sigue con atención revela formas de una variedad infinita.

Nueva Guinea ha sido habitada por el hombre desde los tiempos prehistóricos, sosteniendo aquella interacción de los pueblos de las culturas circundantes que encontramos con frecuencia en la música consumada. La mayoría de los nativos de Papuasia, Nueva Guinea, viven en sociedades patriarcales dirigidas, como en casi toda la Melanesia, por un «gran hombre» que debe su liderazgo no sólo a la herencia, sino también a la demostración de unas habilidades apropiadas. Él y sus secuaces pasan gran parte del tiempo en la casa de los hombres, una morada construida con gran elaboración, con vigas de madera esculpida en el techo, que puede dominar el pueblo desde incluso diez o quince metros. Antes de las ceremonias importantes, los hombres de la tribu se reúnen en la casa del gran hombre y tocan con grandes trompas esta música de trance. Las mujeres no pueden tocar música con las trompas, un símbolo masculino, y en algunos casos ni mirarlas.



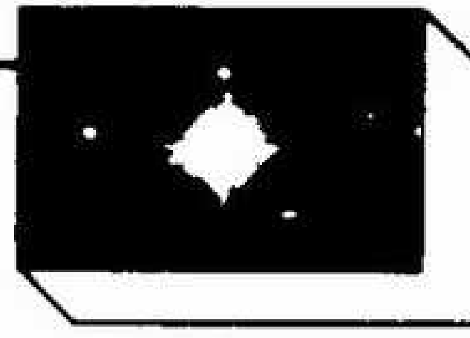
Alan Lomax, en lo que quizá no sea una analogía exagerada, dice que este modo de vida tiene su eco en los alojamientos de los negros de Nueva Orleans, cuya música de trompeta produjo a Louis Armstrong. Lomax describe una ceremonia de Nueva Guinea: «En Nueva Guinea la música de los hombres juega un importante papel en la economía de la batata y el cerdo. Hay una gran presión por conseguir más tierra a fin de plantar más batata y de alimentar a más cerdos y a más gente. Las fiestas ceremoniales se celebran para comentar alianzas, e incidentalmente para sacrificar a algunos de los cerdos que están acabando con las reservas de la tribu. Los hombres en esas fiestas hacen demostraciones de cantos y bailes agresivos. El estruendo de sus coros y el retumbar de sus pies puede oírse a varias millas de distancia. Los bailarines llevan adornos complejos sobre la espalda y la cabeza, hechos con hojas y plumas, que a veces se elevan hasta tres o cinco metros en el aire, como árboles meciéndose en el viento. El diseño de estos trajes es equiparable al de Picasso y Matisse; pero al cabo de uno o dos días se marchitan y hay que tirarlos. Los días y semanas pasados en la casa de los hombres planeando y trabajando sirven para estas manifestaciones ceremoniales. Un grupo en el oeste de Nueva Guinea esculpe figuras de caimanes, muchos de ellos de seis o siete metros de largo. Cuando la ceremonia finaliza los tiran todos y los arrojan al río, dejando el camino abierto para las creaciones del próximo año. Estas gentes son artistas fantásticos.»

Robert MacLennan realizó la grabación.

Qin chino

«La corriente de los arroyos»

La corriente de los arroyos recuerda a los grandes paisajistas chinos de la dinastía Song, que realizaban en los rollos de mano pinturas de río después de haberse preparado memorizando miles de aquellos ríos. Para poder empezar a pintar necesitaban primero conocer el río tan íntimamente que pudieran *sentir* sus contornos, como Mark Twain hacía en nuestra época al describir el conocimiento que un piloto de barco tiene de su río. Solamente entonces podían los pintores mantener equilibradas dos fuerzas igualmente misteriosas: las que crearon el río (los geománticos



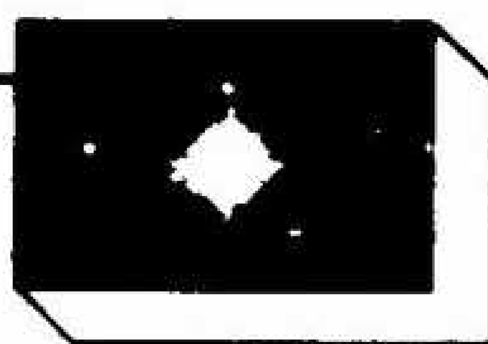
chinos llamaban a los ríos «las venas de la Tierra») y las que producían las percepciones que de él tenía el artista.

La corriente de los arroyos formaba parte originariamente de una pieza larga: *Montañas encumbradas y la corriente de los arroyos*; se dice que la compuso Yu Poya entre los siglos VIII y V antes de Cristo. Las montañas y los ríos son objetos de plegaria y de ritos religiosos todavía existentes en la actualidad, y permanecen como símbolos en el arte, en la poesía y en la filosofía china; como en Lao-tse, quien escribe que el océano y el río mantienen su dominio sobre los arroyos de la montaña porque están enterrados debajo de ellos, una idea importante para el taoísmo y para el pensamiento chino en general. *Montañas encumbradas y la corriente de los arroyos* se dividió en dos composiciones durante la dinastía Tang. Cada pieza ha evolucionado desde entonces en distintas variaciones regionales. La que grabamos en el disco del Voyager procede de la escuela de Sechuan.

Los qin suelen estar construidos elegantemente, y es costumbre antes del recital dejar el instrumento boca abajo para que los espectadores puedan observar las incrustaciones que adornan el reverso de la madera. Al girarla, aparecen siete cuerdas de seda sobre el cuerpo, que es como una caja lacada. Las incrustaciones de madreperla indican las posiciones de los distintos acordes. Las cuerdas, afinadas en una escala de cinco tonos, se tiran con la mano derecha y se retienen con la izquierda. No hay contraste. Es posible una gran variedad de tonos.

La notación qin contiene más de cien maneras distintas de retener las cuerdas con la mano izquierda; cada una ha adquirido una ornamentación poética, acumulada a lo largo de cien generaciones de maestros. Un vibrato semilento llamado «el sonido desvaneciéndose de una campana de templo» lleva una notación para recordar al músico que su dedo debe oscilar sobre la cuerda como «flores caídas flotando corriente abajo». Un determinado acorde con tres dedos seguidos de una floritura se conoce como el «sonido de un pez saltando fuera del agua». La técnica consistente en detener una cuerda con el reverso del primer nudillo del cuarto dedo es «una pantera agarrando algo». Los acordes deben tocarse con la agilidad de las «libélulas posándose en el agua», y un estaccato tirando de una sola cuerda es llamado «cuervos fríos picoteando en la nieve».

La filosofía china sobre la interpretación del solo insiste en la necesidad de abordar el acto de tocar con el espíritu adecuado. Chou Wen-Chung de la Escuela de Artes de Columbia, quien recomendó la incorporación de *La corriente de los arroyos* en el disco Voyager, cita la obra

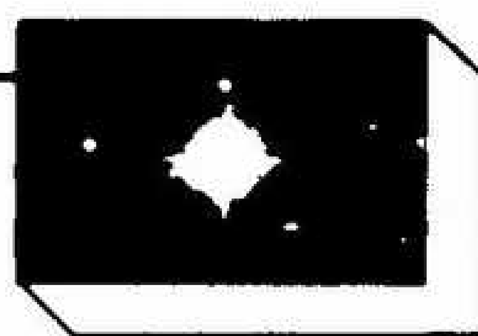


confucionista *Libro de Música* en los siguientes términos: «La grandeza en música no se encuentra en el perfeccionamiento de las habilidades artísticas sino en la obtención del *de*: un término que acostumbra a traducirse por "virtud" o "poder espiritual", pero que debería entenderse como referencia a "aquello por lo que las cosas son lo que son"». En otras palabras, el énfasis está en los tonos únicos y en la virtud o poder natural por el cual esos tonos son lo que son.» Chou sugiere que la música oriental y occidental provienen de la misma fuente, Occidente ha tendido luego hacia la polifonía, Oriente hacia el *de*.

La corriente de los arroyos recuerda la visión de un río, así como *La Mer* sugiere el mar, pero su importancia reside en un territorio que está más allá de lo representativo. Como sucede con un río o con cualquier otra visión de la naturaleza, somos siempre conscientes de algo que está más allá de lo que percibimos, algo cuya naturaleza apenas podemos discernir. Considero esta conciencia como una medicina saludable para quienes utilizamos culpablemente palabras como «universo» como sabiendo de lo que estamos hablando. Las visiones que se abren dentro de una pieza como *La corriente de los arroyos* nos incitan a reflexionar sobre otras visiones semejantes en nuestra percepción de la naturaleza, y para mí eso es la materia del arte. Como dice el *Libro de los ritos* chino: «El qin... crea humildad.»

Raga «Jaat Kahan Ho»

Una de mis transiciones favoritas en el disco Voyager llega cuando *La corriente de los arroyos* se acaba y somos transportados con la rapidez de una reverencia a través del Himalaya al Norte de la India, pasando del sonido de un genio musical, Kuan Pin-ghu, al de otro, Surshri Kesar Bai Kerkar. Nació en la provincia de Goa en 1893, Rabindranath Tagore en nombre de los residentes de Calcuta le concedió el título honorífico de Surshri, y posteriormente el presidente de la India en nombre de toda la nación le ofreció el mismo título. El tono cálido de su voz invita a compararla con Valya Balkanska de Bulgaria, y su facilidad para lograr una escala de tres octavas no desmerece al compararla con la de Edda Moser. Combina estas dotes con una profunda capacidad de improvisación. Realizó esta grabación cuando ya había pasado de los setenta años y aunque esta observación no aumente mucho nuestra apreciación de esta raga,



puede aumentar nuestra fascinación por la calidad artística de Kesar Bai.

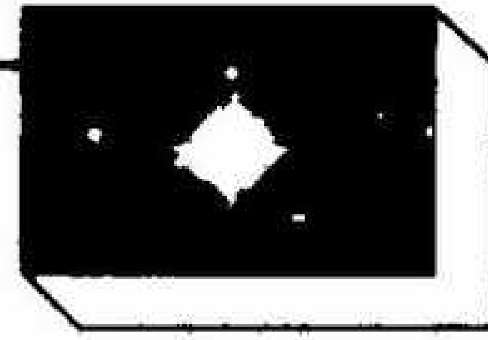
La palabra *raga* significa «color», «estado de ánimo» o «pasión», y en la música clásica de la India como en la de otras sociedades, se ha pensado mucho en la posible manera de conservar la música para la posteridad sin que perdiera su pasión y su inmediatez. El sistema hindú ha consistido en desarrollar una escala de veintidós tonos, de los cuales se seleccionan para cada raga cinco, seis o siete tonos principales. Los tonos intermedios se utilizan para improvisar o para embellecer. Los tonos fundamentales se llaman en hindú «antepasados», mientras los microtonos intermedios se conocen por «sucesores» o «descendientes». El músico intérprete trabaja dentro de los preceptos de sus antepasados, como corresponde a un hijo o una hija obedientes, pero improvisa y elabora dentro de este marco; de este modo se respeta tanto el pasado como el presente.

El criterio interpretativo se ha complicado por el hecho de que la mayoría de las formas de improvisación han tomado unos significados emotivos e intelectuales específicos en la cultura india e incluso entre las culturas regionales; el oyente entendido que conoce la significación de esas variaciones, recibe mensajes del intérprete, a los cuales el intérprete puede añadir nuevas observaciones.

Algo parecido sucede con la música de todo el mundo, como cuando un africano a golpes de tambor llama a sus compañeros para recordarles el día que mataron al elefante, o cuando un aborigen toca con la flauta un conjunto de notas que le conectan con el espíritu de su tatarabuelo, o cuando un pianista canadiense ataca una tradición romántica del teclado doblando su tempo. Pero en ninguna música supera a esta de la India en la complejidad del diálogo entre el intérprete y el espectador, y entre la tradición y la innovación.

La raga que se escucha en el disco Voyager es para interpretarla ceremoniosamente por la mañana, pero su popularidad ha hecho que se represente como un número final, como una especie de propina en los conciertos de día o de noche. Se emplea el sitar, el tambor y el bordón, pero el instrumento principal es la voz de Kesar Bai. Canta en siete tonos primarios, elevándose de un salto a los tonos secundarios casi en cada frase. El acompañamiento de tambor es de *dipachandi*, un majestuoso ritmo de 14/4 que despierta el sentido de la ausencia de tiempo apreciado en el arte hindú. La letra son las palabras de una madre que le pide a su hija que no vaya a una fiesta porque es demasiado joven; el tono con que Kesar Bai lo canta indica que ella piensa de todos modos que la chica irá.

A pesar de su evidente virtuosismo, Kesar Bai canta sin darse impor-



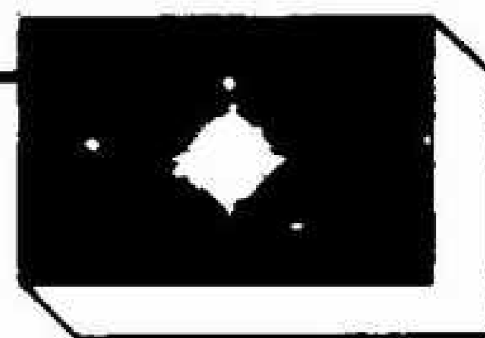
tancia. La música suena humilde. Los virtuosos indios son probablemente tan susceptibles de egoísmo como cualquier otra persona, pero su ideal profesional se resume en una vieja historia que cuentan del emperador mongol Akbar, quien preguntó a su famoso músico de corte Tan Sen: «¿Cuánto sabes tú de música?»

Tan Sen respondió: «Mi conocimiento es como una gota en un gran océano de promesas.»

Beethoven

El destino de Beethoven fue ser presentado por sus sucesores inmediatos en su papel de fundador del movimiento romántico. Resultaron así por lo menos dos Beethovens, ambos idealizados. Uno es el Beethoven provocativo y rebelde, luchando con su música para derribar un mundo injusto como Josué que con su trompeta hundió Jericó. De este Beethoven se han contado historias como la famosa escena en el lecho de muerte, en la que al oír un gran trueno amenazó con su puño a la tempestad. El otro Beethoven romántico es una especie de desconsolado perro faldero, un ser perpetuamente incomprendido y echado a puntapiés. Ambos Beethovens comparten la teatralidad con que la posteridad atormenta a los grandes.

Quienquiera que haya sido el verdadero Beethoven, vivió en un mundo más cercano al de los músicos «primitivos» compañeros suyos en el Voyager de lo que sugieren los perfiles románticos. Recuérdese que Beethoven, un director de orquesta bonachón, estrenó la Quinta Sinfonía con una orquesta tan mal ensayada que en un momento dado tuvo que pararles en seco, gritando: «¡Otra vez!» y comenzar desde el principio. (Después escribió discretamente a su editor: «El público demostró que esto le divertía.») O la historia que contó el violinista Louis Spohr, cuando Beethoven dirigió un nuevo concierto desde el teclado de su pianoforte: «Olvidó en el primer *tutti* que él era un solista, y levantándose de un salto, comenzó a dirigir con sus habituales maneras. En el primer *sforzando* separó tanto los brazos que tiró las luces del piano al suelo. El público se reía y Beethoven se indignó tanto con este alboroto que ordenó a la orquesta que dejase de tocar y empezase de nuevo. Seyfried, temiendo que se volviese a repetir el accidente al llegar al mismo trozo, mandó a dos niños del coro que se colocasen a ambos lados de Beethoven, y que

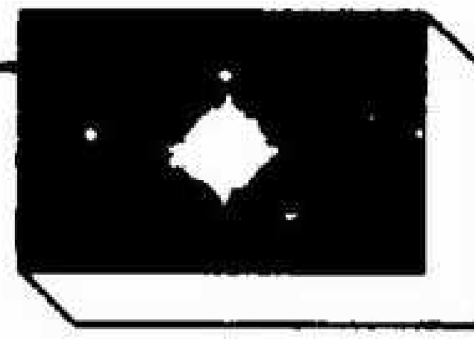


sostuvieran las luces con las manos. Uno de los niños se acercó inocentemente para poder leer la parte del piano en la partitura, y cuando llegó el *sforzando* fatal recibió en plena boca una bofetada tan fuerte de la mano derecha de Beethoven que el pobre niño dejó caer aterrorizado la luz al suelo. El otro niño, más cauteloso, seguía con mirada ansiosa cada movimiento de Beethoven, e inclinándose rápidamente en el momento preciso evitó el manotazo en la boca. Si el público no había sido capaz de contener la risa antes, ahora podía mucho menos, y estalló en una carcajada de auténtica bacanal.»

Beethoven se entusiasmaba con los juegos de palabras y con el humor basto. La mala música le hacía reírse fuera de tono. Podía ser tierno y cariñoso con la gente que quería, pero en general demostraba tener muy malas maneras. Era sarcástico y sardónico. Iba desaliñado. Su desaseo obligaba a las amas de llaves a abandonarlo, y cuando se habían ido y los platos sucios y la comida amenazaban con inundarle, empaquetaba sus cosas y se trasladaba a otro piso. Llevaba las mismas ropas siempre hasta que se caían a pedazos o hasta que sus amigos intervenían y las reemplazaban por otras nuevas; entonces emergía con todo esplendor sin que aparentemente notara la diferencia. Goethe le llamó «una personalidad totalmente indómita».

Su vida estuvo colmada de desgracias. Su madre le dio el nombre de otro hijo anterior muerto en la infancia, y parece que le recordaba ese hecho con frecuencia suficiente para que él se considerase por propio testimonio un «niño postizo». Dejó la escuela cuando tenía once años. A los diecinueve, su padre, un músico alcohólico incapaz de encontrar trabajo, le cargó la responsabilidad financiera de la familia. Afligido por una disentería crónica y por la sordera, llegó a convencerse de que moriría antes de cumplir los treinta años. Se retiró al campo y escribió su testamento.

«¡Qué humillación! Cualquiera a mi lado podía oír en la distancia una flauta que yo no podía oír, o el canto de los pastores y yo no podía distinguir ni un solo sonido —escribió en una carta—. No es fácil convertirse en filósofo a los veintiocho años, y para el artista aún menos que para cualquier otro. ¡Dios mío, Tú que puedes ver en las profundidades de mi miseria, sabes que va acompañada de amor a mis semejantes y de total disposición a hacer el bien! ¡Oh, hombres! Cuando leáis esto pensad que fuisteis injustos conmigo; y dejad al niño dolorido el consuelo de encontrar a otro como él, a alguien que a pesar de los obstáculos de su naturaleza hiciera todo lo que estaba en su mano para conseguir que se le

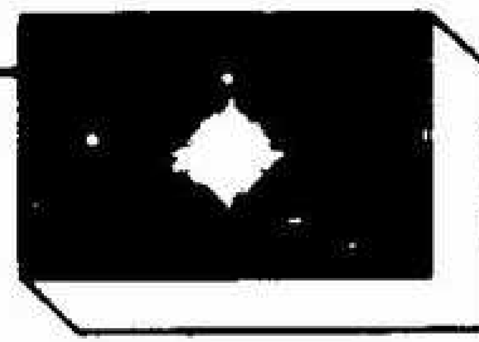


admitiese entre los artistas y los hombres respetables.» En la cúspide de su capacidad creativa. Beethoven era incapaz de oír una nota; los músicos de las orquestas que él dirigía tenían orden de ignorarlo, y sus invitados asentían educadamente cuando Beethoven tocaba tan bajo los pasajes en *piano* que no emergía ni un solo sonido.

Beethoven decía a sus amigos que suspiraba por casarse y tener una familia, pero lo que más se acercó a este ideal fue la tiránica protección que dispensó a su sobrino Karl, quien le respondió fracasando en sociedad, en la escuela e incluso al suicidarse, puesto que en 1826 se puso una pistola en la sien, apretó el gatillo y se hirió. Beethoven propuso el matrimonio a varias mujeres, entre ellas a Magdalena Willmann, quien después contaba que le había rechazado «porque era tan feo y estaba medio loco». Cuando el matrimonio parecía alcanzable daba marcha atrás. Un hecho que a veces se pasa por alto es que Beethoven nunca echó al correo esa famosa carta a su «Querida Inmortal», declarándole su amor y disculpándose profusamente por no haberla escrito antes.

A pesar de sus infortunios, Beethoven tuvo el coraje de producir una obra asombrosa. Ésta puede ser la razón por la que lo encontramos misterioso, y por la que cada generación, impaciente con ese misterio, está deseando contemplarlo con sus propias luces. La valentía es en sí misma misteriosa; millones de antepasados nuestros nos la han legado por su valor de supervivencia, a costa de otros millones más tímidos o más temerarios. A cada uno de nosotros se nos ha legado una parte, sabemos que es una cualidad que no podemos crear por nuestros propios medios, pero sí esperar descubrirla. Este viejo tema continuamente hace su aparición en la historia de nuestra lucha por conseguir el dominio de nuestro planeta, y nosotros somos sus personajes, no sus autores. Pero lo encontramos transcrito en la música de Beethoven. Él lo *compuso*.

La palabra «componer» significa colocar las cosas en su justo orden, fijarlas, y —trepando por el árbol de la etimología— tomar partido en nombre del resultado. Creo que esto es lo que Beethoven quería decir cuando saliendo de oír una obra de otro artista, exclamaba «tengo que componer esto». Quería decir que allí había algo, pero que el compositor se había equivocado al unirlo, al darle movimiento, al disponerlo de ese modo. Para Beethoven *allí* había más ternura y exuberancia, más dolor y soledad, más rabia y humor, y él componía esas emociones con gracia, fuerza e ingenuidad. Sus apuntes ofrecen poco material en apoyo del concepto romántico del compositor que escucha el canto de un pájaro o el golpeteo metálico de la forja de un herrero y corre disparado hacia casa

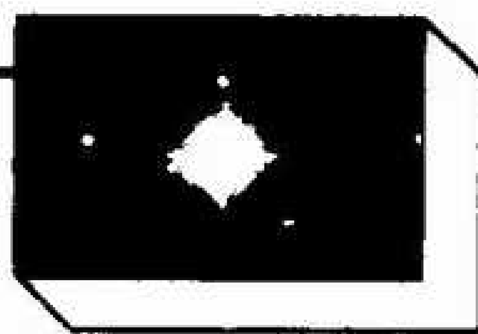


para arrojar una sinfonía sobre el papel en un ataque de inspiración. Por el contrario, nos encontramos con un artista cuya imaginación está al servicio de un intelecto tenaz. En sus apuntes se descubre que temas como los compases iniciales del primer movimiento de la Quinta Sinfonía, que parecen espontáneos como un grito de dolor, fueron laboriosamente retocados a partir de la idea primera. Por muy «loco» que Beethoven pudiera haber sido como hombre, como artista estaba equilibrado.

Tampoco Beethoven, a pesar de su rebeldía, evolucionó independientemente de su tiempo. Creció en un caldo de cultivo musical que había estado cociéndose durante generaciones. Estudió bajo Haydn y posiblemente bajo Mozart, y aprendió la estructura de la fuga estudiando a fondo el *Clavecín bien templado*. Su música surge de una sociedad musical. Viena, donde vivió y murió, fue un asentamiento humano casi desde la era paleolítica. Entre sus habitantes se cuentan los celtas adoradores de árboles, los invasores romanos, las tribus de los germánicos, los cruzados cristianos, los emigrantes de los Balcanes, los eslavos, los francos; y todas aquellas gentes trajeron música. Sir George Grove nos recuerda en relación a las normas y principios que Beethoven siguió para aprender a escribir música que «no son *dicta* o *fiat* de un único autócrata, que puedan ser despreciadas por un genio superior al que las promulgó. Son el resultado gradual de un largo progreso musical, desde la rudeza de un *volkslieder*, desde las composiciones primeras de Josquin des Pres y Palestrina; desarrollándose luego gradualmente y afirmándose a sí mismos a medida que la música se hacía más libre y se presentaban nuevas oportunidades, a medida que los instrumentos ocupaban el lugar de las voces, a medida que la música se apartaba de las iglesias y se aliaba con el mundo; pero eran tan absolutos, rigurosos e imperativos como las leyes que rigen el desarrollo de un roble o de un olmo, y que permiten variaciones tan infinitas en la belleza y en el esplendor de sus formas».

Sinfonía n.º 5 en do menor, primer movimiento

Los niños cantan en la escuela el tema del primer movimiento de la Quinta de Beethoven, los Aliados la utilizaron en la segunda guerra mundial en sus emisiones de propaganda, y también ha sido convertida en un disco pop de gran venta. Pero no es probable que su familiaridad preocupe a los oyentes extraterrestres a los cuales va destinado el disco Voyager, y a nosotros aquí en la Tierra tampoco nos molesta mucho. Puede que sea posible consumir la vida de una pieza musical de Beethoven popularizándola, pero nadie ha realizado aún esa hazaña. La Quinta

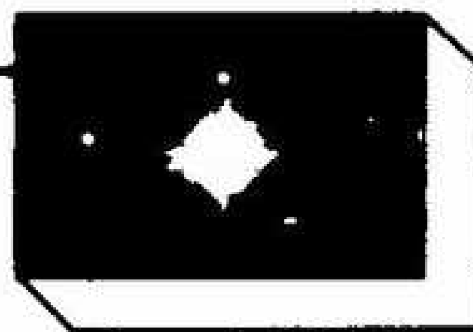


Sinfonía nos suena hoy, por lo menos, con tanta fuerza como sonaba a los contemporáneos de Beethoven. Grove escribe sobre ella: «Ha sido la precursora de la religión de Beethoven. Introdujo una nueva fisonomía en el mundo de la música. Asombró, confundió e incluso provocó la risa; pero no pudo ser borrada del mapa y a través del tiempo sigue subyugando a sus oyentes...»

Beethoven escribió la Quinta en pleno conflicto personal, como era habitual en él. La empezó en 1805, la interrumpió durante su noviazgo con la condesa Theresa Brunswick —un feliz paréntesis que produjo la Sinfonía «Heroica»— y la terminó en 1807-1808, después de separarse y de romper su compromiso. En su primera representación ocurrió el desastre menor que hizo gritar a Beethoven: «¡Empezad de nuevo!» Le siguió una segunda representación de más éxito y la Quinta pronto recibió la aclamación que la consagraría para siempre. El compositor Hector Berlioz dijo del primer movimiento que iba «más allá y por encima de todo lo que se había producido en música instrumental». Goethe manifestó su disconformidad; después de que Felix Mendelssohn tocara la Quinta para él, dijo: «No provoca emoción, solamente asombro y grandiosidad», aunque luego se quejaba de no poderse sacar el tema de la cabeza.

El mismo Beethoven parecía impresionado con el tema, pues decidió reintroducirlo, como una especie de eco, al final de la sinfonía, una medida realmente poco común, calificada sin precedentes, aunque quizá la copió de la Sinfonía n.º 14 de Haydn. El músico y ensayista inglés sir Donald Francis Tovey describió esta reprise del scherzo como un «recuerdo», y elucubraba en una notable frase que Beethoven decidió no ampliar este recuerdo porque «si uno no puede recobrar las sensaciones que sintió durante un terremoto, no sirve de mucho presentar como experiencias propias cosas que era imposible haber conocido en aquel momento».

En el primer movimiento de la Quinta, oímos a una orquesta sinfónica entera funcionando al servicio de la pasión, entre fuerzas aparentemente tan escuetas como las propias leyes de la naturaleza. Mientras la sinfonía exista se debatirá perpetuamente si es preferible considerar genialidades de Beethoven las leyes que dan flexibilidad a este cataclismo, o bien legados de la tradición musical, o bien fenómenos del propio mundo de la naturaleza. La obra es suficientemente sutil para que los eruditos no acaben de ponerse de acuerdo sobre dónde acaba exactamente el tema y dónde empiezan las variaciones, y su partitura es tan simétrica que basta mirarla para encontrarla bella. Beethoven parece inmune a una deficiencia básica de la música clásica occidental: el subdesarrollo de los ritmos;



como sucede en la mayoría de las piezas de Beethoven, los elementos rítmicos tienen tanta importancia en la Quinta como sus elementos temáticos y armónicos. «Es asombroso —escribe Tovey—, que muchos de los temas de Beethoven puedan reconocerse simplemente por el ritmo, sin necesidad de escuchar la melodía.»

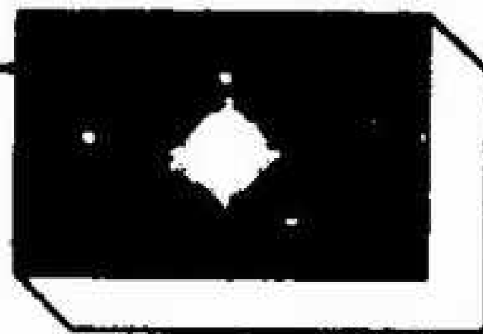
Además de sus otras cualidades, el primer movimiento de la Quinta resultaba adecuado para el disco Voyager por su brevedad. Ha sido calificada como «La representación más concisa jamás conseguida en música».

Cavatina del cuarteto para cuerda n.º 13 en si bemol, Opus 130

Los cuartetos tardíos de Beethoven son como las islas de la Polinesia, cuya fascinación convirtió a sus moradores en navegantes. Uno podía pasarse toda la vida explorándolas, y al morir seguirían tentando a nuevos exploradores. El disco Voyager ofrece, en la Cavatina, la laguna de una de esas islas, el treceavo cuarteto.

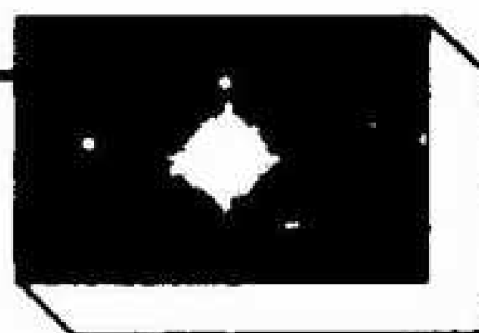
La palabra «cavatina» se refiere a una canción operística caracterizada por la claridad, el tempo regular y la sencillez. Elementos característicos de la técnica de Beethoven aparecen en toda la pieza, especialmente en la frase que asciende de si bemol a fa y que se encuentra también en las sonatas de piano Opus 106 y Opus 109 —una técnica de eco que recuerda los instrumentos de madera del adagio de la Novena Sinfonía— y en la estructura de todo el movimiento, sugerida ya en el andante del aria de Florestan de *Fidelio*. Pero aquí surge sonando como en ninguna otra pieza de su música.

Muchos oyentes coincidirán en que aquí Beethoven excita profundamente la emoción —un estudioso, Joseph Kerman, escribe que la Cavatina es «su movimiento lento *más* emocional»—, pero hay que preguntarse: ¿qué tipo de emoción? Evidentemente es triste. Beethoven la escribió en un momento angustioso, menos de dos años antes de su muerte, y dejó escrito bajo los ocho compases de su pasaje más tormentoso la palabra *beklemmt* que significa «afligido», «oprimido». Según Charles Holtz, un compañero constante suyo en estos años, Beethoven dijo en una ocasión que podía ponerse a llorar con solo pensar en la Cavatina. El musicólogo Joseph de Marliave describe el movimiento como «una súplica agonizante, un intolerable anhelo de felicidad y de paz, un anhelo interrumpido por sollozos que parten de la música con una intensidad de sentimientos más profunda incluso que la que podría expresar la viva voz del músico». Pero la tristeza sola no puede definir la Cavatina. También la atraviesan relámpagos de esperanza y la serenidad de un hombre que ha soportado



el sufrimiento y que llega al final contemplando la existencia sin ilusión.

Quizás estas ambigüedades sugieran una conclusión apropiada para el disco Voyager. Nosotros, que estamos viviendo el drama de la existencia humana en la Tierra, ignoramos en qué medida la tristeza o la esperanza son lo apropiado en nuestras vidas. No sabemos si vivimos una tragedia o una comedia o una gran aventura. Beethoven agonizando no tenía respuesta para estas preguntas, sabía que él no tenía respuestas y tuvo que aprender a vivir sin ellas. En su Cavatina nos invita a enfrentarnos cara a cara con esta situación.

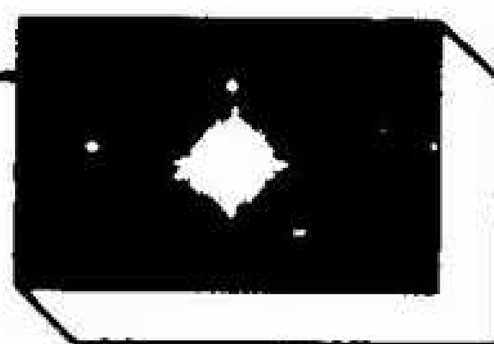


Música del disco Voyager

(por orden)

---

1. Bach, Concierto de Brandeburgo n.º 2 en fa, primer movimiento. Orquesta Bach de Munich, director, Karl Richter. 4:40.
2. Java, gamelán de corte, *Tipos de flores*, grabado por Robert Brown. 4:43.
3. Senegal, percusión, grabado por Charles Duvelle. 2:08.
4. Zaire, Canción de iniciación de las niñas pigmeas, grabada por Colin Turnbull. 0:56.
5. Australia, Canciones aborígenes, *La estrella de la mañana* y *El pájaro diablo*, grabadas por Sandra LeBrun Holmes. 1:26.
6. Méjico, *El cascabel*, interpretada por Lorenzo Barcelata y el Mariachi Méjico. 3:14.
7. *Johnny B. Goode*, escrita e interpretada por Chuck Berry. 2:38.
8. Nueva Guinea, canción de la casa de los hombres, grabada por Robert MacLennan. 1:20.
9. Japón, shakuhachi, *Grullas en su nido*, interpretado por Coro Yamaguchi. 4:51.
10. Bach, *Gavotte en rondeaux* de la partita n.º 3 en mi mayor para violín, interpretada por Arthur Grumiax. 2:55.
11. Mozart, *La flauta mágica*, aria «Reina de la Noche», n.º 14. Edda Moser, soprano. Ópera del Estado de Baviera, Munich, Wolfgang Saivallish, director. 2:55.
12. Georgia, RSS, coro, *Tchakrulo*, recogido por Radio Moscú. 2:18.
13. Perú, flautas y tambores, recogida por Casa de la Cultura, Lima. 0:52.
14. *Melancholy Blues*, interpretado por Louis Armstrong y sus Hot Seven. 3:05.
15. Azerbaidjan R.S.S., gaitas, grabada por Radio Moscú. 2:30.
16. Stravinski, *Consagración de la primavera,* Danza del Sacrificio, Orquesta Sinfónica de Columbia, dirigida por Igor Stravinski. 4:35.
17. Bach, *El clavecín bien templado*, Libro 2, Preludio y Fuga en do, n.º 1, Glenn Gould, piano. 4:48.
18. Beethoven, Quinta Sinfonía, primer movimiento, Orquesta Philharmonia, director, Otto Klemperer. 7:20.
19. Bulgaria, *Izlel je Delyo Hagdutin*, cantada por Valia Balkanska. 4:59.



20. Indios Navajos, *Canto de la Noche*, grabado por Willard Rhodes. 0:57.
21. Holborne, *Paueans, Galliards, Almains and Other Short Aeirs*, «The Fairie Round», interpretada por David Munrow y la Asociación de Música Antigua de Londres. 1:17.
22. Islas Salomón, flautas, recogida por el Servicio de Difusión de las Islas Salomón. 1:12.
23. Perú, canción de boda, grabada por John Cohen. 0:38.
24. China, qin, *La corriente de los arroyos*, interpretada por Kuan P'in-ghu. 7:37.
25. India, raga, *Jaat Kahan Ho*, cantada por Surshri Kesar Bai Kerkar. 3:30.
26. *Dark Was the Night*, escrita e interprètada por Willie Johnson *el Ciego*. 3:15.
27. Beethoven, Cuarteto para Cuerda n.° 13 en si bemol, Opus 130, Cavatina, interpretado por el Cuarteto de Cuerda de Budapest. 6:37.

Bibliografía

Arnold, Denis y Fortune, Nigel, encargados de la edición. *The Beethoven Reader*. Nueva York: Norton, 1971.

Batley, E. M. *A Preface to* The Magic Flute. Londres: Dennis Dobson, 1969.

Blom, Eric. *Grove's Dictionary of Music and Musicians*, 5.ª edición. Nueva York: St Martin's, 1955.

Boyden, David. *The History of Violin Playing from Its Origins to 1761*. Londres: Oxford University Press, 1965.

Brown, Robert. Comunicación privada referente a «Tipos de flores».

Bukofzer, Manfred. *Music in the Baroque Era*. Nueva York: Norton, 1947.

Burk, John. *The Life and Works of Beethoven*. Nueva York: Modern Library, 1943.

Carrell, Norman. *Bach's «Brandenburg» Concertos*. Londres: George Allen and Unwin, 1963.

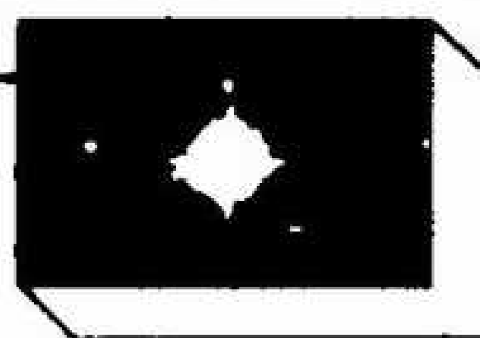
Chailley, Jacques. *The Magic Flute: Masonic Opera*. Nueva York, Knopf, 1971.

Charters, Samuel Barclay. «Blind Willie Johnson», comentarios incluidos en Folkways Album FG3585.

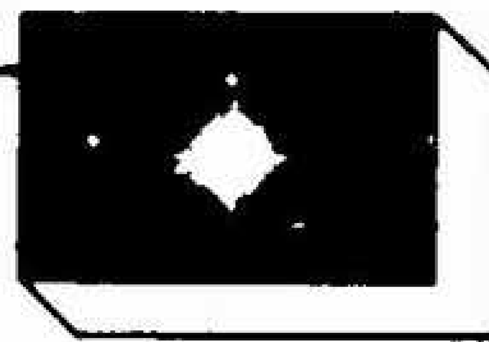
Chon Wen-chung. Comunicación privada referente a *La corriente de los arroyos*.

Cohen, John. Comentarios incluidos en el álbum *Mountain Music of Peru*, Folkways Records FE4539.

— Comunicación privada sobre canción de boda peruana.



Colodin, Irving. *The Critical Composer.* Port Washington, N. Y.: Kennikat Press, 1969.
Courlander, Harold. *Negro Folk Music USA.* Nueva York: Columbia University Press, 1963.
Cowell, Henry. Notas en *Folk Music of the URSS*, Folkways Record FE4535.
Craft, Robert y Stravinsky, Igor. *Expositions and Developments*, Garden City, N. Y.: Doubleday, 1962.
Daniélou, Alain. *A Catalogue of Recorded Classical and Traditional Indian Music.* Nueva York: UNESCO, 1966.
David, Hans, y Mendel, Arthur, encargados de la edición. *The Bach Reader*, Edición revisada. Nueva York: Norton, 1966.
Emsheimer, Ernst. «Georgian Folk Polyphony». *The Journal of the International Folk Music Council*, vol. XIX, 1967.
Feather, Leonard. *The New Encyclopedia of Jazz.* Nueva York: Bonanza Books, 1955.
Forbes, Elliot, encargado de la edición. *Beethoven: Symphony n.º Five in C Minor.* Nueva York: Norton, 1971.
Goffin, Robert. *Jazz: From the Congo to the Metropolitan.* Garden City, N. Y.: Doubleday, 1944.
Goldovsky, Boris. *Accents on Opera.* Freeport, N. Y.: Books for Libraries Press, 1953.
Graham, Desmond. «Cool Command», *Opera News*, vol. 35, n.º 21, 20 de marzo de 1971.
Gray, Cecil. *The Forty-Eight Preludes and Fugues of J. S. Bach.* Londres: Oxford University Press, 1937.
Grew, Eva Mary y Grew, Sidney. *Bach.* Nueva York: Collier, 1947.
Grove, Sir George. *Beethoven and His Nine Symphonies.* Nueva York: Dover, 1962.
Harris, Rex. *Jazz.* Londres: Pelican.
Holmes, Sandra LeBrun. Correspondencia privada.
Holroyde, Peggy. *The Music of India.* Nueva York: Praeger, 1972.
Hood, Mantle. «Music of the Javanese Gamelan.» Ponencia presentada en el Festival de Música Oriental y de Artes Afines, UCLA, 8-22 de mayo de 1960.
Horgan, Paul. *Encounters with Stravinsky.* Nueva York: Farrar, Straus, 1972.
Hutchings, Arthur. *The Baroque Concerto.* Londres: Faber and Faber, 1961.
Iliffe, Frederick. *The Forty-Eight Preludes and Fugues of Johann Sebastian Bach.* Londres: Novello and Company.
Kalischer, A. C., encargado de la edición. *Beethoven's Letters.* Nueva York: Dover, 1972.
Kaufmann, Walter. *Musical References in the Chinese Classics.* Detroit Monographs in Musicology, Information Coordinators, 1976.
— *The Ragas of North India.* Bloomington: Indiana University Press, 1968.
Keller, Hermann. *The Well-Tempered Clavier by Johann Sebastian Bach.* Nueva York: Norton, 1976.
Kerman, Joseph. *The Beethoven's Quartets.* Nueva York: Knopf, 1971.



Kishibe, Shigeo. *The Traditional Music of Japan.* Tokio: Japan Cultural Society, 1969.

Kunst, Jaap. *Music in Java: Its History, Its Theory and Its Thechnique.* La Haya. Martinus Nijhoff, 1973.

— *Music in New Guinea.* La Haya: Martinus Nijhoff, 1967.

Landon, H. C. Robbins. *Beethoven: A Documentary Study.* Nueva York: Collier, 1974.

Lao tse. *Tao Te Ching.* Nueva York: Knopf, 1972.

Lentz, Donald. *The Gamelan Music of Java and Bali.* Lincoln: University of Nebraska Press, 1965.

Lomax, Alan. *Cantometrics: A Method for Musical Anthropology.* Cassettes de aprendizaje y un manual, por Extension Media Center, Universidad de California, Berkeley, California.

— y el Equipo Cantométrico. *Folk Song Style and Culture.* Washington, D. C.: American Association for the Advancement of Science, 1968; 2.ª ed., New Brunswick, N. J.: Transaction, 1978.

— Comunicación privada y conversaciones al respecto de la música del Voyager.

Lydon, Michael. *Rock Folk.* Nueva York; Dial, 1971.

Malm, William. *Japanese Music and Musical Instruments.* Rutland, Vt.: Charles E. Tuttle Company, 1959.

— «Practical Approaches to Japanese Music» proveniente de *Readings in Ethnomusicology,* David McAllester, encargado de la edición. Nueva York: Johnson Reprint, 1971.

Marcuse, Sibyl. *A Survey of Musical Instruments.* Nueva York: Harper & Row, 1975.

Marliave, Joseph de. *Beethoven's Quartets.* Nueva York: Dover, 1961.

Meryman Richard, encargado de la edición. *The Life and Thoughts of Louis Armstrong-A Self Portrait.* Nueva York: Eakins Press, 1971.

Miles, Russell. *Johann Sebastian Bach: And Introduction of His Life and Works.* Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962.

Moberly, R.B. *Three Mozart Operas.* Nueva York; Dodd, Mead, 1967.

Morgenstern, Sam, encargado de la edición. *Composers on Music.* Nueva York: Pantheon, 1956.

Munrow, David. *Instruments of the Middle Ages and Renaissance.* Londres: Oxford University Press, 1976.

David Munrow, obituario, *Musical Times*, vol. 117 (julio, 1976).

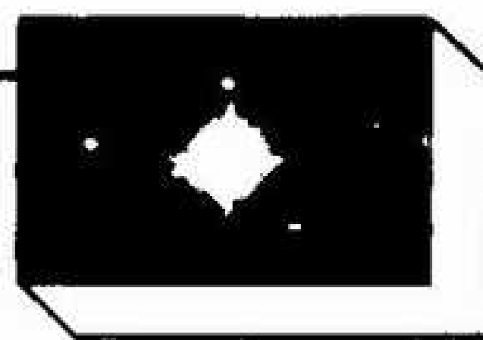
Nettl, Paul. *Mozart and Masonry.* Nueva York: Philosophical Library, 1957. Orito, Hizan. «Shakuhachi.» Distribuido el 17 de octubre de 1971 en el congreso del Koto Music Club de Nueva York.

Needham, Joseph. *Science and Civilization in China,* vol. 4, pt. 3. Nueva York, Cambridge University Press, 1970.

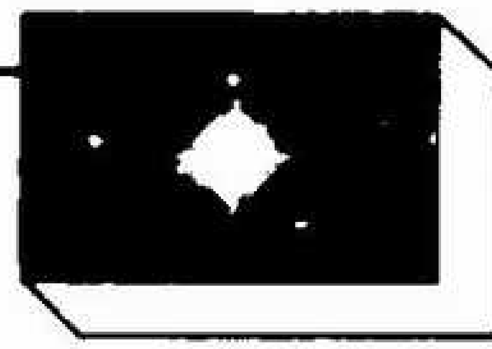
Panassié, Hugues. *Louis Armstrong.* Nueva York: Scribner's, 1971.

Radcliffe, Philip. *Beethoven's String Quartets.* Nueva York: Dutton, 1968.

Raim, Ethel, y Koenig, Martin. Comentarios incluidos en *Village Music of Bulgaria*, Nonesuch Records.



Rawcliffe, Reverend D. A. «Notes on a Set of Records of Solomon Islands Music», carta mimeografiada, sin fecha.
Rhodes, Willard. Comentarios incluidos en el álbum *Music of the Sioux and the Navajo*, Folkways Records FE4401.
Sachs, Curt. *The History of Musical Instruments*. Nueva York: Norton, 1940.
Sackheim, Eric. *The Blues Line*. Nueva York: Grossman, 1969. (La narración de la señora Johnson sobre la muerte de Willie Johnson *el Ciego* procede de aquí, página 459.)
Sadie, Stanley. *Mozart*. Nueva York: Grossman, 1970.
Schweitzer, Albert. *J. S. Bach*. Nueva York: Dover, 1911.
Seaman, Jerald. «Russian Folk Song in the Eighteenth Century.» Procedente de *Music and Letters*, vol. 40, Oxford University Press, julio, 1959.
Siegmeister, Ellie. *The New Music Lover's Handbook*. Irvington-on-Hudson, N. Y.: Harvey House, 1973.
Sonneck, O. G., encargado de la edición. *Beethoven: Impressions by His Contemporaries*. Nueva York: Dover, 1967.
Spitta, Philipp. *Johann Sebastian Bach*. Londres: Novello and Company, 1889.
Stevenson, Robert. «Ancient Peruvian Instruments.» *Galpin Society Journal*, vol. XII (junio 1959).
— *Music in Mexico*. Nueva York: T. Y. Crowell, 1952.
— *The Music of Peru*. Washington D.C.: Pan American Union, Secretariado General de la Organización de Estados Americanos, 1960.
Stravinsky, Igor. *An Autobiography*. Nueva York: Simon & Schuster, 1936.
Taylor, Deems. «Review of The Rite of the Spring.» *The Dial*, septiembre, 1920.
Tovey, Donald Francis. *Essays in Musical Analysis*. Londres: Oxford University Press, 1935.
«Tributes to David Munrow.» *Early Music*, vol. 4, n.º 3 (julio, 1967).
Turnbull, Colin. Comentarios incluidos en *Music of the Ituri Forest*, Folkways Records FE4483.
— Comunicación privada sobre la canción de iniciación de las niñas pigmeas.
Vlad, Roman. *Stravinsky*. Londres: Oxford University Press, 1960.
Wilkinson, Charles. *How to Play Bach's Forty-Eight Preludes*. Londres: New Temple Press.
Yurchenco, Henrietta. Comunicación privada sobre *El Cascabel*.



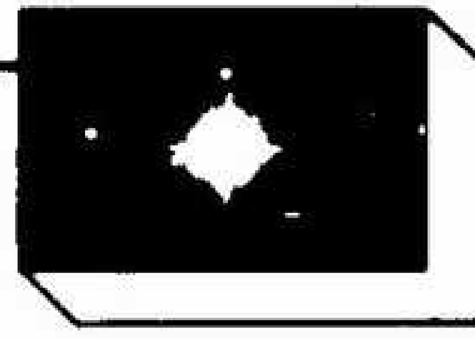
7

LA MISIÓN VOYAGER AL SISTEMA SOLAR EXTERIOR

por Carl Sagan

Mira aquí, mira esta pintura, y en ella...
la frente del mismo Júpiter.

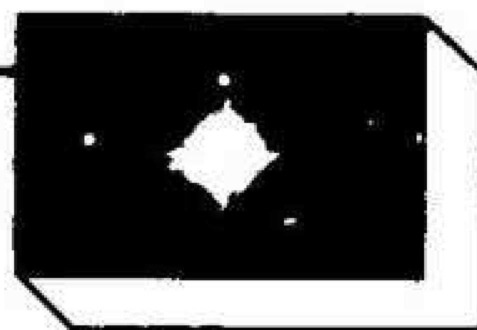
William Shakespeare
Hamlet, Acto 3, Escena 4



Nuestra Tierra es un mundito, una diminuta bola de roca con un corazón de hierro líquido y una piel asombrosamente delgada que contiene la atmósfera y el océano, las montañas y las fosas abisales, los microbios y los hombres. Gira en órbita alrededor del Sol dentro del sistema solar interior junto con unos cuantos objetos similares: Mercurio, Venus, la Luna, Marte y los asteroides. Hay diferencias menores —centradas principalmente en los detalles de las delgadas capas exteriores— pero estos pequeños planetas, rocosos y metálicos, son esencialmente todos iguales. Se les llama planetas terrestres, porque su prototipo es la Tierra.

Más allá de Marte y del cinturón de asteroides entramos en un régimen del sistema solar diferente. Está más alejado del Sol y todo es más frío. Nos encontramos con objetos del tamaño de la Tierra que pueden ser en parte rocosos. En el sistema solar exterior hay cuatro planetas que dejan enana a la Tierra y que representan claramente a una clase de objeto muy distinto: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno están compuestos principalmente de gas hidrógeno. En el caso de Júpiter el gas está comprimido en forma líquida, y hacia su interior en forma metálica. La masa de Júpiter es 317 veces la masa de la Tierra. Media docena de Tierras podrían caber en un único sistema tempestuoso de Júpiter, su Gran Mancha Roja.

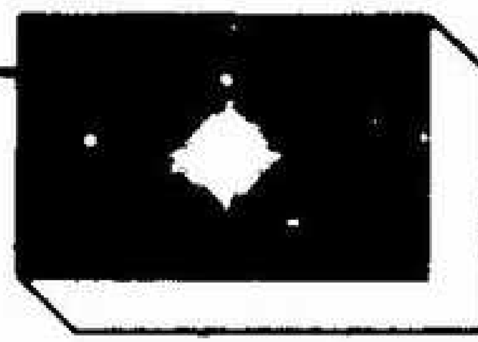
A pesar de sus tamaños gigantescos estos cuatro planetas jovianos, o semejantes a Júpiter, giran sobre sí muy rápidamente, puesto que Júpiter hace una rotación cada nueve horas y cincuenta y nueve minutos. Cuando un objeto gaseoso tan grande gira tan rápidamente podemos tener la seguridad de que habrá interesantes estructuras de movimiento; y en Júpiter observamos un conjunto de bandas y de cinturones paralelos al ecuador del planeta, regiones de aire que desciende y se eleva, elementos volátiles vaporizándose y condensándose. Además Júpiter y Urano y quizá también Saturno están constantemente emitiendo más radiación de la que reciben del Sol. La distinción entre una estrella y un planeta es la siguiente: una estrella brilla por la propia luz que emite, mientras que un planeta brilla por la luz que refleja de su estrella o sol. Según esta definición los planetas jovianos son planetas en la parte visible del espectro en la que nuestros ojos son sensibles; pero en la parte infrarroja del espectro, la parte del calor, hay motivos para afirmar que son objetos parecidos a estrellas. El exceso de energía puede deberse a que estos mundos están en un proceso imperceptible, lento, de contracción gravitatoria, como se cree que les sucede a las estrellas en las primeras fases de su historia. Es imposible que las temperaturas interiores de Júpiter y de los



demás planetas jovianos que lo acompañan sean lo suficientemente elevadas para sostener las reacciones termonucleares que hacen brillar al Sol. Pero hay elementos reales para describir a Júpiter como una estrella que no llegó a serlo. No hay duda que los planetas jovianos ocupan una posición intermedia entre los planetas terrestres y las estrellas.

El Sol, las estrellas, el medio interestelar, las demás galaxias —de hecho el conjunto del universo— están compuestos principalmente de hidrógeno. Lo mismo sucede con los planetas jovianos. Pero los planetas terrestres son anómalos. Se cree que esta diferencia deriva de los primeros momentos en la historia de nuestro sistema solar, cuando el Sol y los planetas se estaban condensando a partir de una gran nube de gas y polvo interestelar compuesta, principalmente, de hidrógeno. A medida que el Sol empezaba a funcionar, el sistema solar interior se calentó y los pequeños objetos de baja gravedad que tenían que convertirse luego en los planetas terrestres no pudieron retener el hidrógeno, el gas más ligero y de movimientos más rápidos, el cual se perdió progresivamente en el espacio interplanetario. Sin embargo, en el sistema solar exterior las temperaturas eran bajas y los planetas que se estaban formando allí eran masivos. El hidrógeno no tenía velocidad de escape y por lo tanto quedó retenido.

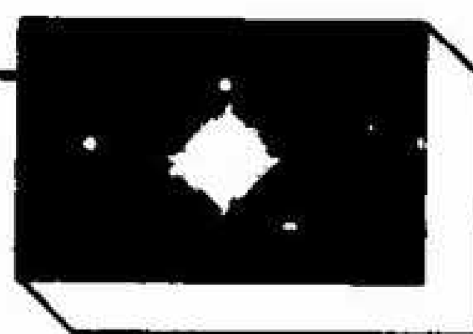
Así pues los planetas jovianos son en cierto sentido semejantes a la Tierra primitiva. Si Júpiter posee una superficie sólida y rocosa, esta superficie ha de estar en el mismo núcleo, tan por debajo de la región que podemos ver que resulta permanentemente inaccesible. En Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno no vemos nada, a parte de atmósfera y nubes. Estas atmósferas y nubes pueden ser en ciertos aspectos semejantes a la Tierra poco antes del alba de su historia. Es, pues, interesante que existan regiones de coloración brillante en Júpiter y en Saturno. Se observan rojos, marrones, amarillos y naranjas, además de azules. Las nubes blancas son probablemente amoníaco condensado, agua condensada y sus compuestos. ¿Pero cuál puede ser el origen de la coloración? Aparte del hidrógeno, los principales constituyentes de la atmósfera de Júpiter son helio, amoníaco, metano y agua. Hay algunas pruebas de la existencia de cantidades muy pequeñas de otros materiales, algunos de los cuales (como el germano, GeH_4, el hidrido de germanio) son muy exóticos. Pero ninguno de estos materiales es por sí mismo coloreado. Se ha detectado espectroscópicamente en Júpiter el fosfuro de hidrógeno PH_3, y los compuestos fosforosos rojos quizá contribuyan al color de la Gran Mancha Roja, aunque hay algunos problemas para aceptar el fósforo como expli-



cación de la coloración general marronosa del planeta. No se han detectado directamente el azufre y sus compuestos, pero han de estar presentes, porque si el hidrógeno no puede escapar de Júpiter, mucho menos el azufre que tiene una masa superior. Pero no parece que los detalles de las coloraciones correspondan a las del azufre y sus compuestos, por lo menos según los mejores estudios actuales.

Sin embargo, si tomamos una mixtura de hidrógeno, helio, metano, amoníaco y agua y le proporcionamos energía —luz ultravioleta simulando luz solar, o una descarga eléctrica simulando un relámpago— podemos obtener en el laboratorio una gama de moléculas orgánicas complejas que tienen muchas de las propiedades del material de coloración joviano. Entre estas moléculas están los aminoácidos, que son los bloques constituyentes de las proteínas, y una amplia gama de otras moléculas orgánicas que utiliza la vida en la Tierra. Estos experimentos tienen una gran importancia en relación al problema del origen de la vida, porque el medio ambiente primitivo de la Tierra era rico en hidrógeno, y la atmósfera primitiva de la Tierra contenía probablemente metano, amoníaco y vapor de agua. La facilidad con que puede obtenerse la materia de la vida en unas condiciones tan generales de riqueza de hidrógeno ha sido un estímulo para quienes se interesan por la posibilidad de que exista vida en otras partes. La posibilidad de que hoy se fabrique fácilmente en Júpiter, y en los otros planetas jovianos, materia orgánica es una perspectiva muy halagüeña. Sin embargo, la cantidad de materia orgánica que se tenga allí ha de ser muy pequeña, porque la atmósfera de Júpiter es muy convectiva y la materia orgánica formada a gran altura en la atmósfera será arrastrada en un período relativamente breve de tiempo —por ejemplo, un mes— hasta las profundidades, donde las temperaturas son elevadas y donde la materia orgánica quedará frita. Un problema importante y sin resolver es si la abundancia en estado permanente de materia orgánica —el equilibrio entre lo que se hace y lo que se destruye— puede ser suficiente para explicar la coloración joviana.

Un punto todavía más especulativo es el referente a la posibilidad de que haya vida en las nubes de Júpiter. Hasta ahora no hemos llevado a cabo investigaciones del medio ambiente de Júpiter con un detalle suficiente para poder ni empezar a investigar esta posibilidad, pero en mi opinión no está totalmente fuera de lugar. Hay una región en la atmósfera de Júpiter —y cuando las nubes altas se despejan podemos a veces ver hasta su nivel— donde la temperatura es aproximadamente la de la Tierra, donde probablemente hay agua líquida abundante en las nubes, y

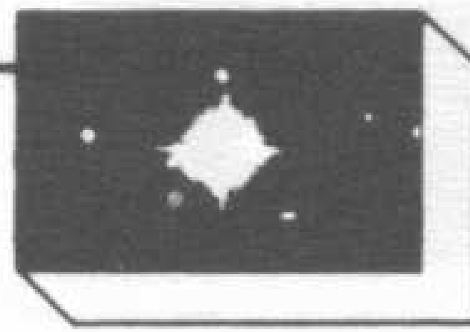


donde las moléculas orgánicas caen como maná del cielo. Queda por saber si la vida podría nacer y mantenerse en las circunstancias convectivas de la atmósfera de Júpiter; pero el hecho de que existan regiones de Júpiter aparentemente tan agradables nos anima a mantener abiertas nuestras mentes (nuestros ojos).

Júpiter es una fuente de emisión continua de radio y de estallidos de radio, y los dos tipos de emisión se han captado con los radiotelescopios de la Tierra. Se dedujo hace muchos años que esta emisión es producida por partículas cargadas —protones y electrones— procedentes del viento solar y atrapadas por un intenso campo magnético joviano dentro de un gran cinturón de radiación alrededor del planeta. Cuando los Pioneer 10 y 11 volaron a través de los cinturones de radiación jovianos esta propuesta quedó demostrada espectacularmente. El fuerte campo magnético de Júpiter puede ser debido a su interior giratorio de hidrógeno metálico; y los detalles de los cinturones cautivos de radiación, la configuración del campo magnético y especialmente la interacción entre las partículas atrapadas y las lunas de Júpiter son de un interés muy grande. En este caso, como en la cuestión de la meteorología de Júpiter, los estudios de otro planeta pueden iluminar de modo significativo el conocimiento de nuestro propio planeta. Las fugas de los cinturones de radiación de la Tierra producen las auroras en las dos zonas polares e influyen intensamente en cuestiones prácticas como la propagación de la radio en la Tierra e incluso en el tiempo.

Júpiter tiene catorce lunas o más, pero sólo cuatro son grandes, los llamados satélites galileanos, porque Galileo los descubrió. El satélite de Júpiter más interior se llama Ío, y su órbita lo obliga a abrirse paso por el gran cinturón de radiación de partículas cargadas cautivas que rodea Júpiter. Esta circunstancia permite, en cierto modo, que la posición de Ío controle la emisión de estallidos de radio hacia la Tierra. Parece que el mismo Ío arrastra tras sí una gran nube de sodio, azufre, potasio y otros átomos en una especie de donut truncado que sigue a la luna en su órbita alrededor de Júpiter. Se ha sugerido que Ío tuvo en otra época océanos salados; que debido a su gravedad baja el agua de estos océanos escapó hace mucho al espacio; y que las sales que quedaron en la luna están siendo escupidas o emitidas de rebote por las partículas cargadas de los cinturones de radiación jovianos, produciendo así la nube en forma de donut.

La posibilidad de que haya cuencas oceánicas secas en Ío sugiere inmediatamente que las lunas del sistema solar exterior no serán copias



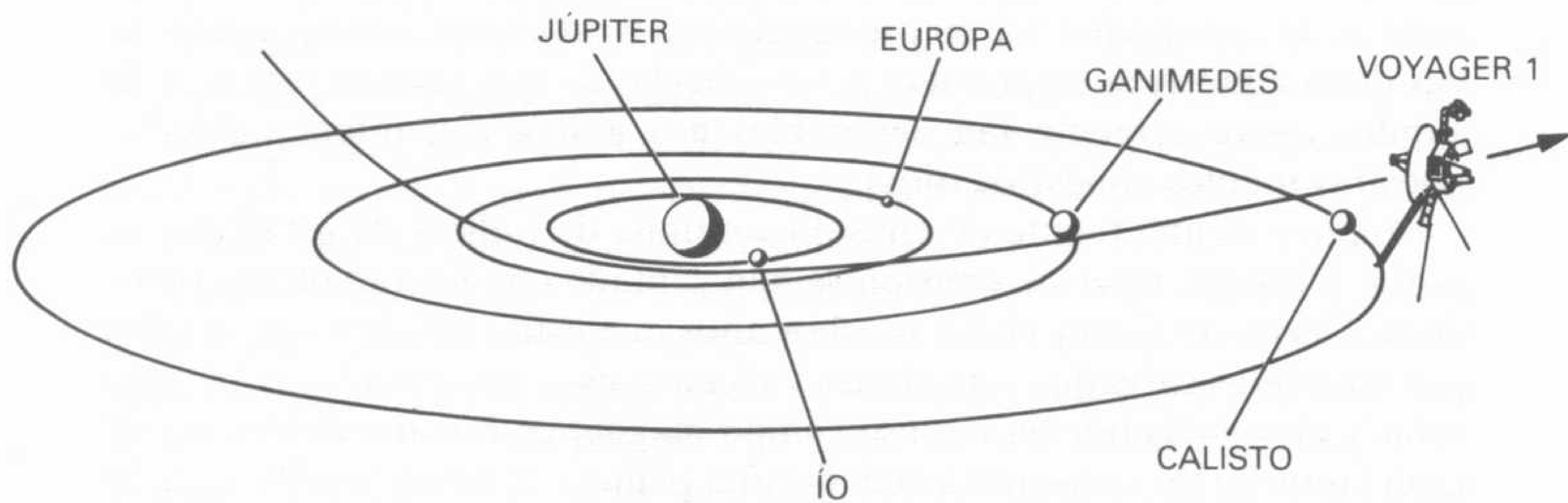
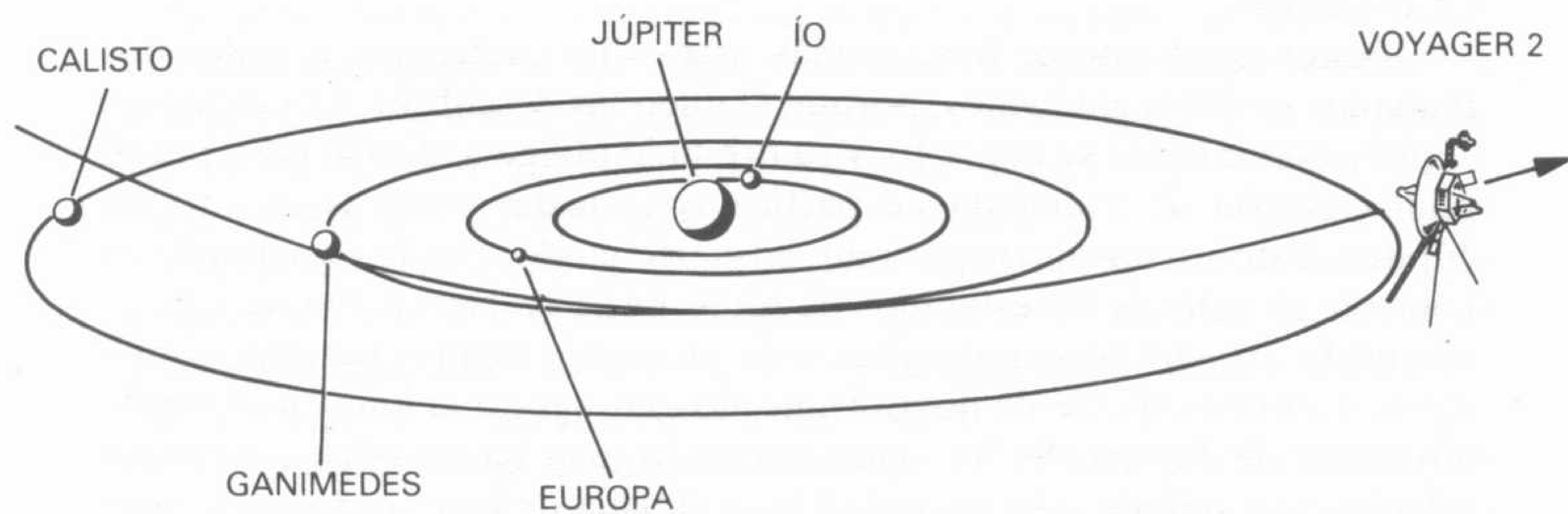
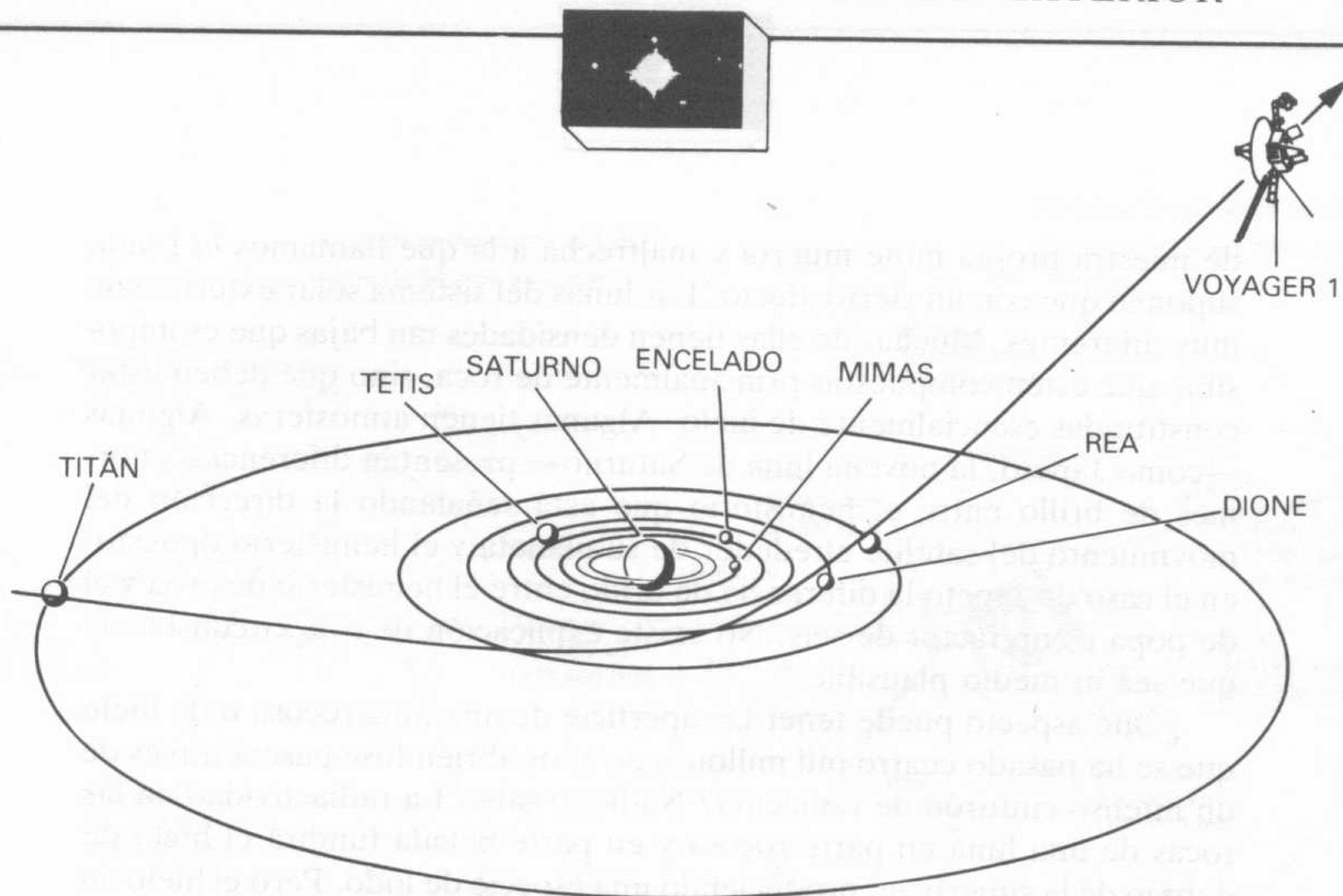


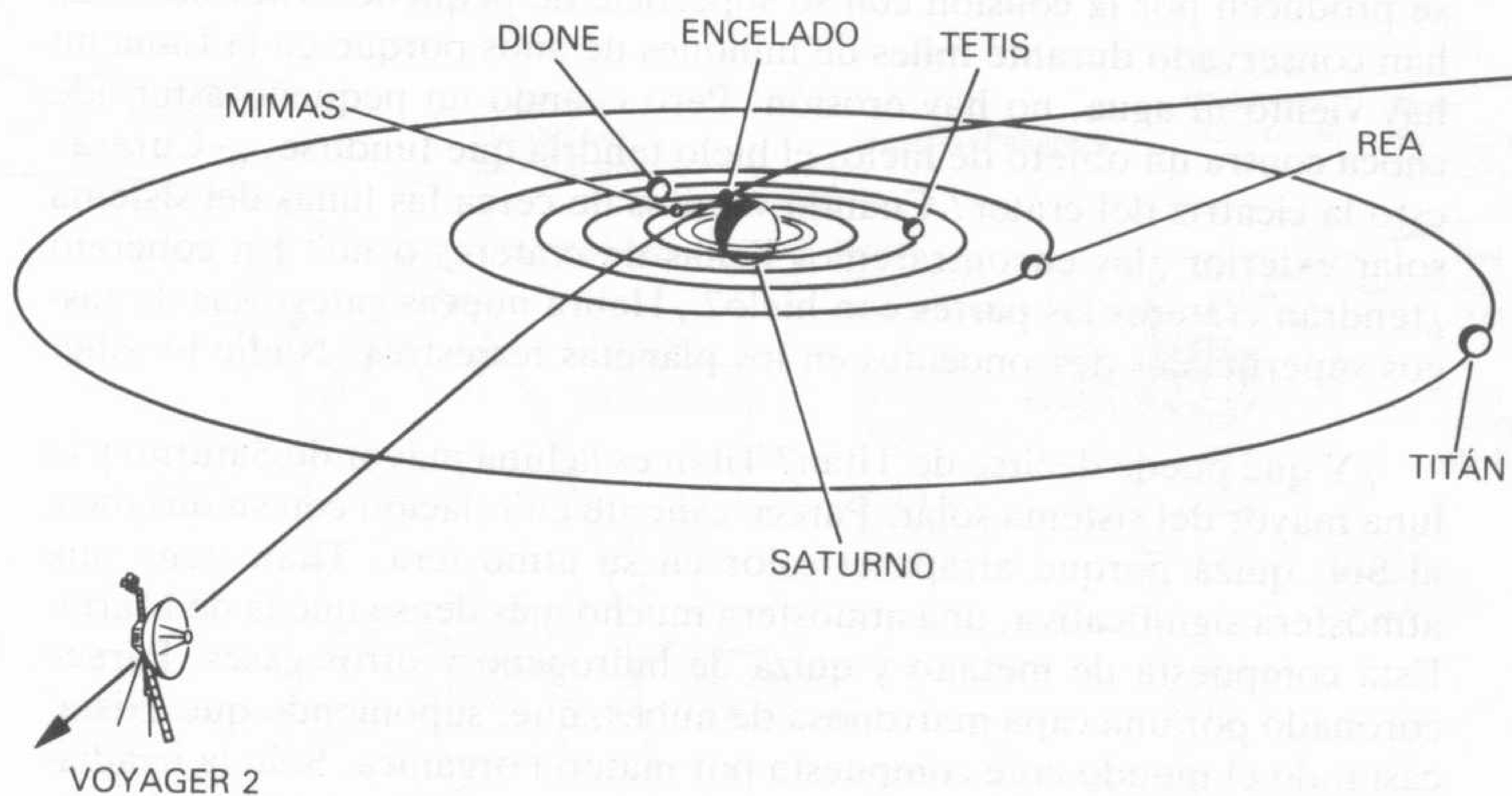
Diagrama esquemático del paso de la nave espacial Voyager 1 a través del sistema de Júpiter. Obsérvese los encuentros de aproximación con las lunas Ío y Ganimedes.



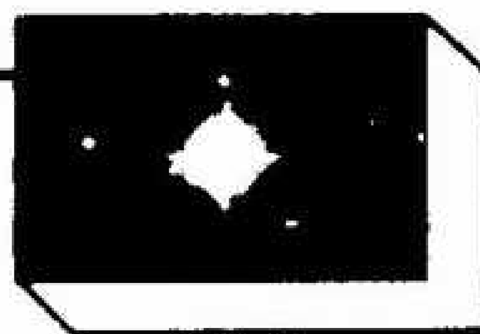
Paso de la nave espacial Voyager 2 a través del sistema de Júpiter. Obsérvense los encuentros de aproximación con Calisto y Ganimedes.



Paso de la nave espacial Voyager 1 a través del sistema de Saturno. Obsérvense los encuentros de aproximación con las lunas Titán, Dione y Rea.



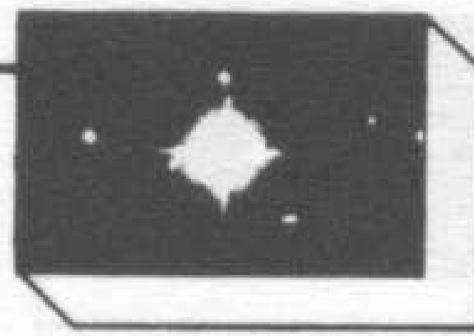
Paso de la nave espacial Voyager 2 a través del sistema de Saturno. Obsérvense los encuentros de aproximación de la nave con las lunas Encelado y Mimas y con los anillos de Saturno.

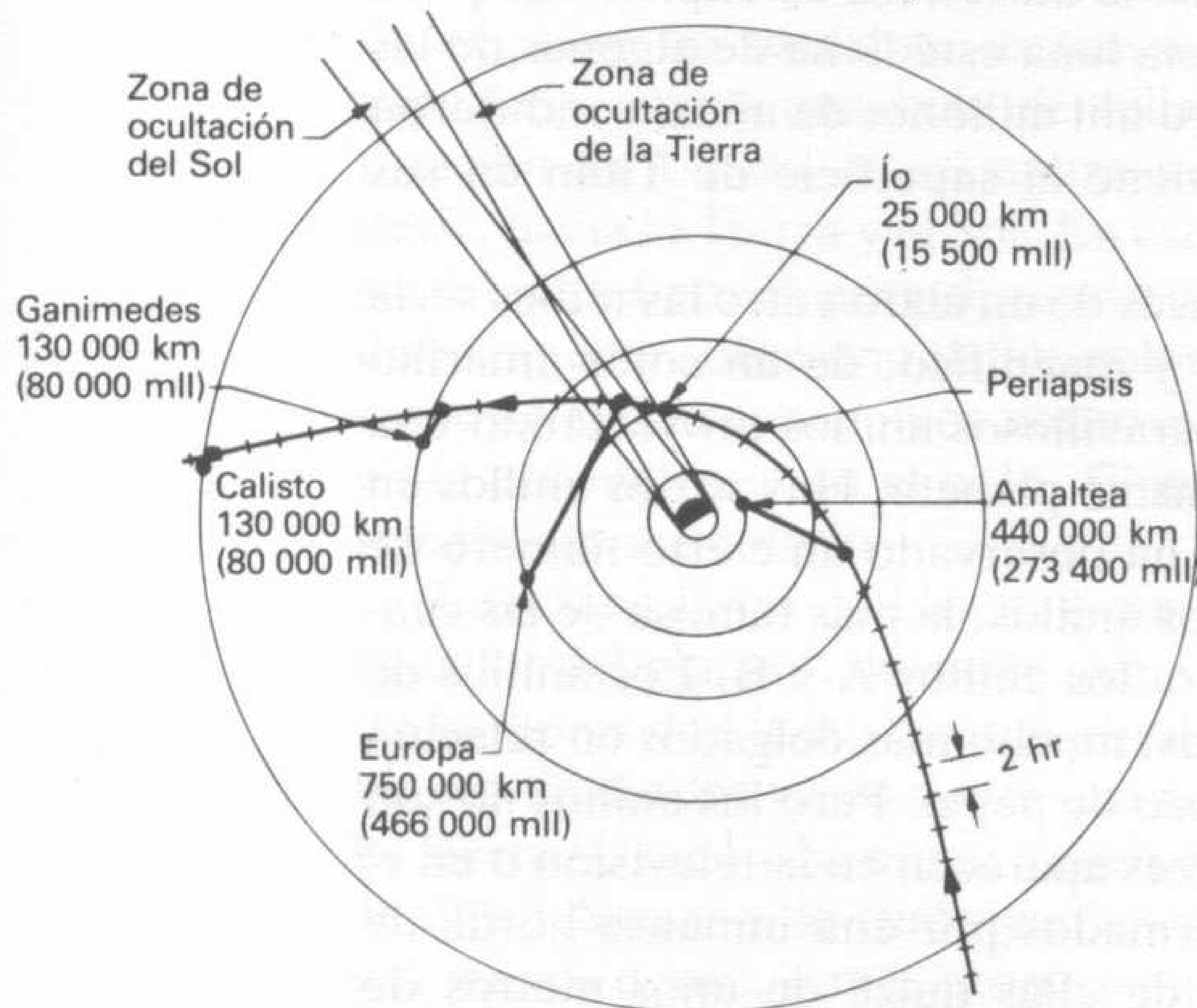


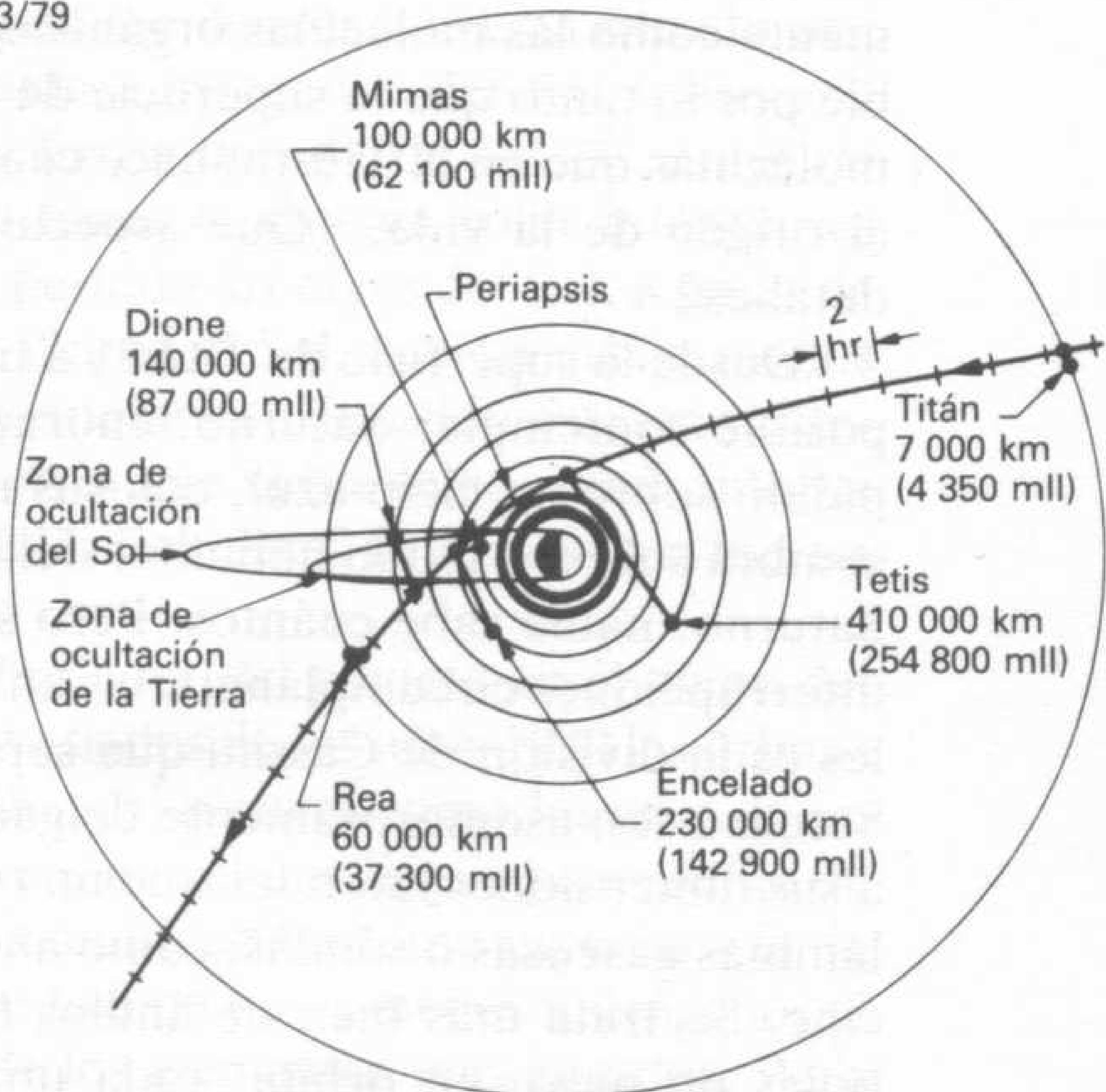
de nuestra propia mole muerta y maltrecha a la que llamamos *la* Luna, supongo que con un cierto afecto. Las lunas del sistema solar exterior son muy diferentes. Muchas de ellas tienen densidades tan bajas que es imposible que estén compuestas principalmente de roca, sino que deben estar constituidas esencialmente de hielo. Algunas tienen atmósferas. Algunas —como Japeto, la novena luna de Saturno— presentan diferencias enormes de brillo entre el hemisferio que está señalando la dirección del movimiento del satélite alrededor de su planeta y el hemisferio opuesto; en el caso de Japeto la diferencia de brillo entre el hemisferio de proa y el de popa es un factor de seis. No existe explicación de esta circunstancia que sea ni medio plausible.

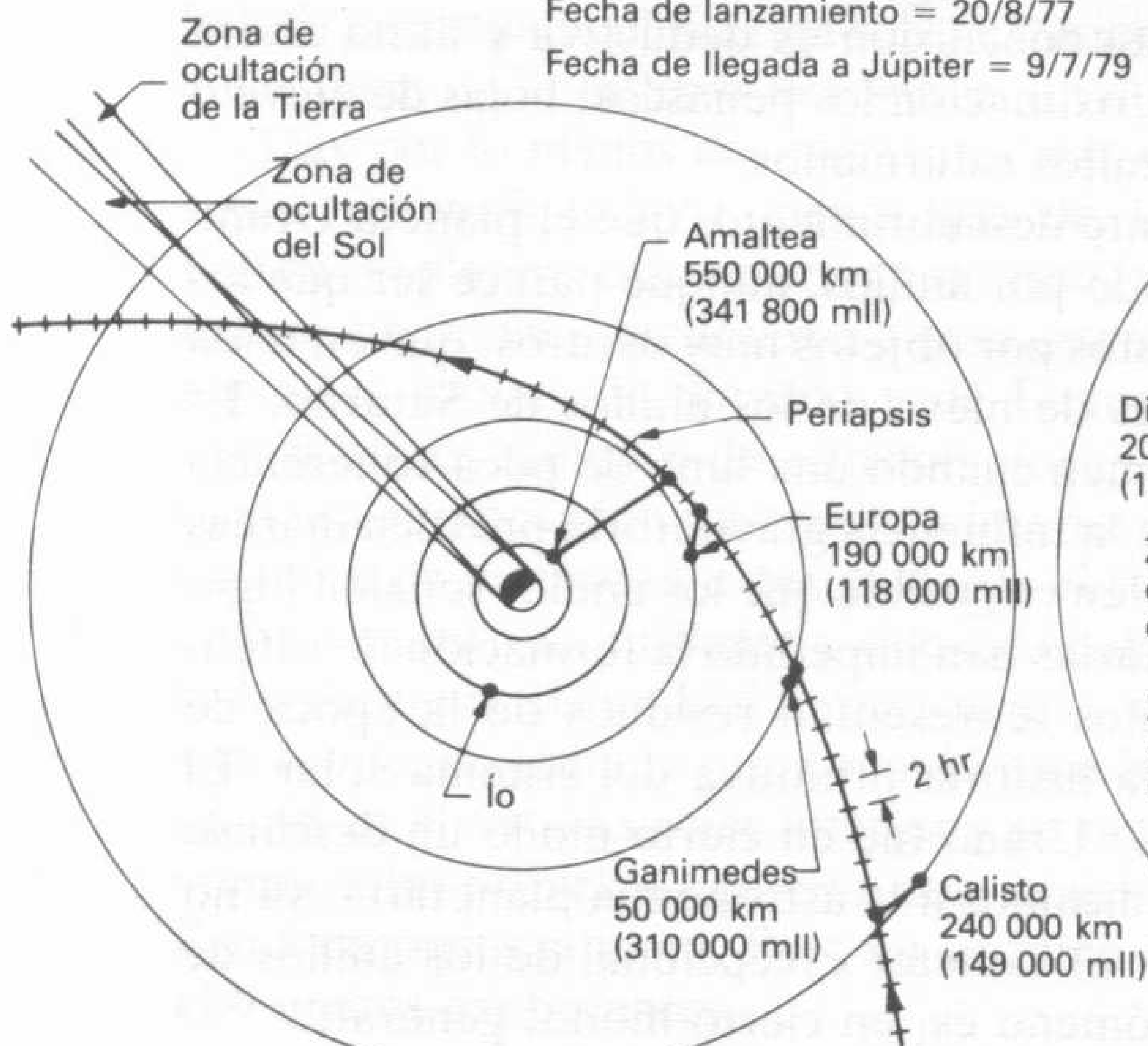
¿Qué aspecto puede tener la superficie de una luna rocosa o de hielo que se ha pasado cuatro mil millones de años abriéndose paso a través de un intenso cinturón de radiación? Nadie lo sabe. La radiactividad en las rocas de una luna en parte rocosa y en parte helada fundirá el hielo de debajo de la superficie, produciendo una especie de lodo. Pero el hielo en el sistema solar exterior no debería estar formado simplemente de agua helada, sino también de metano helado y de amoníaco helado. ¿Cuál es la geología a largo plazo de un lugar así? ¿Es posible que existan mares de metano y volcanes de amoníaco? Nadie lo sabe. Los cráteres de la Luna se producen por la colisión con su superficie de pequeños asteroides. Se han conservado durante miles de millones de años porque en la Luna no hay viento ni agua, no hay erosión. Pero cuando un pequeño asteroide choca contra un objeto de hielo, el hielo tendría que fundirse. ¿«Curará» esto la cicatriz del cráter? Cuando veamos de cerca las lunas del sistema solar exterior ¿las encontraremos llenas de cráteres o no? En concreto ¿tendrán cráteres las partes con hielo? ¿Habrá nuevas categorías de rasgos superficiales desconocidos en los planetas terrestres? Nadie lo sabe.

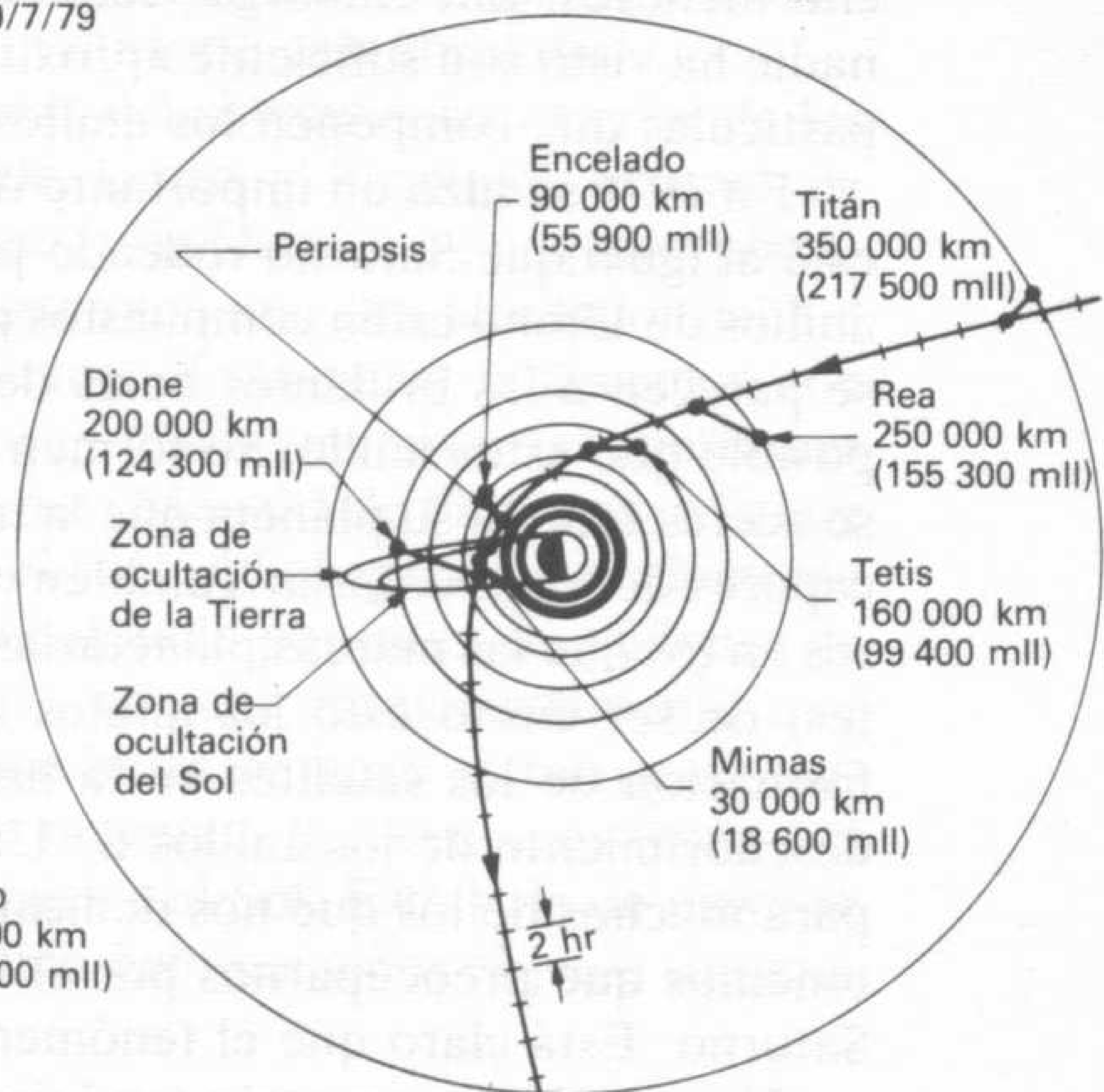
¿Y qué puede decirse de Titán? Titán es la luna mayor de Saturno y la luna mayor del sistema solar. Parece caliente en relación con su distancia al Sol, quizá porque atrapa el calor en su atmósfera. Titán tiene una atmósfera significativa, una atmósfera mucho más densa que la de Marte. Está compuesta de metano y quizá de hidrógeno y otros gases. Parece coronado por una capa marronosa de nubes, que, suponiendo que exista, casi todo el mundo cree compuesta por materia orgánica. Sólo la irradiación del metano ya bastaría para producir una gama compleja de hidrocarburos, relacionados quizá con el asfalto y el petróleo. La temperatura en la superficie de Titán es tan baja que las moléculas orgánicas produci-



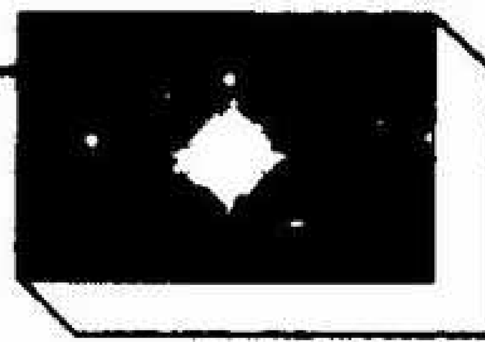








Esquemas más detallados de las trayectorias de las naves espaciales Voyager 1 y Voyager 2 a través de los sistemas de Júpiter y de Saturno. El Voyager 1 fue lanzado con posterioridad al Voyager 2.

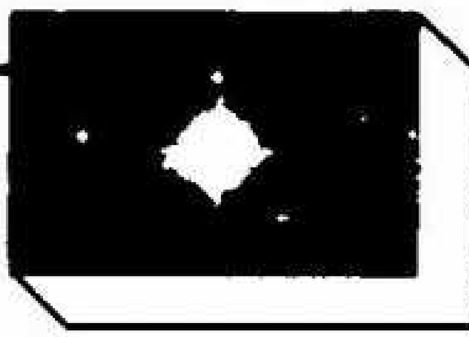


das allí a lo largo de su historia evolutiva no quedaron fritas instantáneamente como las moléculas orgánicas de la atmósfera de Júpiter. Es posible por lo tanto que la superficie de esta luna esté llena de algunas de las moléculas que en la Tierra, hace cuatro mil millones de años, condujeron al origen de la vida. ¿Qué aspecto tiene la superficie de Titán en sus detalles?

Desde la superficie de Titán y a través de un claro entre las nubes sería posible contemplar Saturno, enorme y magnífico, de un color amarillo pálido sobre un cielo azul, con sus maravillosos anillos proyectando una sombra sobre el globo nebuloso del mismo planeta. Hay varios anillos en Saturno: nadie sabe cuántos. Pero se ha observado un cierto número de interrupciones circumplanetarias en los anillos, la más famosa de las cuales es la división de Cassini que separa los anillos A y B. Los anillos de Saturno son asombrosamente delgados, mucho más delgados en relación a sus dimensiones laterales que un trozo de papel. Pero los anillos no son láminas gaseosas o sólidas, como a veces aparecen en la televisión o en el cine. Se trata más bien de anillos formados por una inmensa horda de bolas de nieve en órbita, cada una de ellas quizá de unos metros de diámetro, con abolladuras, facetas e irregularidades de dimensiones mucho menores. Sin embargo, esta conclusión es deductiva y hasta ahora nadie ha visto con suficiente aproximación los peñascos, bolas de nieve o partículas que componen los anillos saturnianos.

En 1976 se hizo un importante descubrimiento: que el planeta Urano está al igual que Saturno rodeado por anillos, aunque parece ser que los anillos de Urano están compuestos por objetos muy oscuros, que en nada se parecen a las brillantes bolas de nieve de los anillos de Saturno. Es posible que estos anillos se formen cuando una luna de poca coherencia se acerca tanto a su planeta que la influencia gravitatoria provoca mareas capaces de fragmentarla. También es posible que los anillos señalen lugares en los que las mareas planetarias han impedido la formación de satélites; de ser cierto esto los anillos representan residuos de la época de formación de los satélites en la historia primitiva del sistema solar. El descubrimiento de los anillos de Urano fue en cierto modo un descanso para muchos de los que nos dedicamos a la astronomía planetaria; ya no tenemos que preocuparnos por el carácter excepcional de los anillos de Saturno. Está claro que el fenómeno es, en cierto modo, general.

Urano y Neptuno están tan lejos de la Tierra que sabemos muy poco sobre ellos. Incluso sus períodos de rotación están todavía sujetos a discusión. Casi todos los planetas del sistema solar giran según ejes de rotación

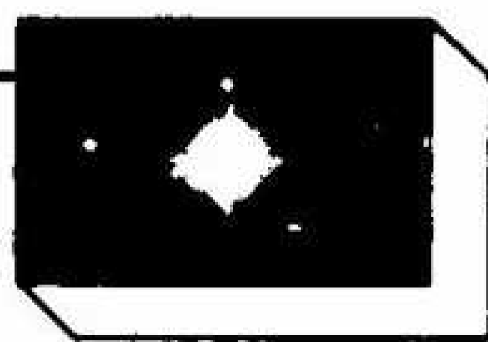


que son más o menos perpendiculares al plano de sus órbitas alrededor del Sol. Pero Urano es muy diferente; su eje de rotación está situado casi en el plano de su órbita, como si rodara alrededor del Sol sobre una superficie, como una bola de billar. En la década de los 80 el eje de rotación de Urano estará apuntando hacia el sistema solar interior: es decir, hacia la Tierra y el Sol. En este período los rayos del Sol, a pesar de su debilidad por la gran distancia de Urano al Sol, caerán más o menos directamente sobre uno de los polos planetarios, situación ésta muy diferente de la que conocemos nosotros, en la que la luz solar es más intensa en el ecuador que en el polo. El estudio del clima de Urano tendría un interés extraordinario.

Las cinco lunas de Urano giran alrededor del planeta en el plano del ecuador del planeta, de modo que a mediados de los años 1980 las órbitas de las lunas de Urano girarán alrededor del planeta como los aros de un blanco de dardos vistos desde una nave espacial que llegue procedente de la Tierra. Urano y Neptuno tienen una densidad bastante superior a la de Júpiter y Saturno, lo cual significa que han de tener menos hidrógeno, el gas menos denso, y más proporción de los elementos más pesados. Pero el proceso por el cual el hidrógeno pudo escapar de estos planetas en la helada oscuridad del sistema solar exterior, durante las primeras y mortecinas fases de la historia del Sol, es un misterio casi absoluto.

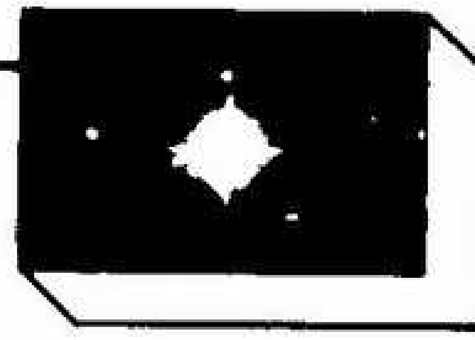
Hay por lo menos dos habitantes más del sistema solar exterior de los cuales sabemos todavía menos que de Urano y Neptuno: se trata de Plutón, el planeta más exterior conocido, y de Quirón, un pequeño planeta recientemente descubierto o gran asteroide que gira alrededor del Sol entre las órbitas de Saturno y de Urano. Todavía no conocemos con seguridad los tamaños de estos objetos, y mucho menos otras cuestiones como su composición o estructura interior. Más allá de Plutón se extiende un reino de oscuridad exterior desde el cual el Sol aparece simplemente como una estrella brillante y que está habitado por miles de millones de bolas de nieve, de un kilómetro y medio cada una aproximadamente, que van orbitando lentamente. Cuando estas bolas de nieve entran ocasionalmente en el sistema solar interior y se calientan, la nieve se evapora y el viento solar proyecta una gran cola opuesta al Sol. Esta bola de nieve se llama entonces cometa. Pero en su reino habitual estos objetos son mucho menos exuberantes.

Los astrónomos del planeta Tierra llaman con poca modestia a la distancia que separa a la Tierra del Sol una «unidad astronómica». Su



valor es de 150 millones de kilómetros y se abrevia con las siglas U.A. El cinturón principal de asteroides se extiende hasta unas cuatro unidades astronómicas. Por lo tanto, los planetas terrestres se extienden desde Mercurio, a unas 0,4 U.A. del Sol, hasta los asteroides, a unas 4 U.A. del Sol. Pero Neptuno está a 30 U.A. del Sol, y los cometas se extienden hasta 100 000 U.A. El sistema solar interior donde vivimos y del cual tenemos más conocimientos es una provincia insignificante en la vastitud del imperio solar. Nadie sabe con certeza dónde finaliza el sistema solar. La distancia de la Tierra a la estrella más próxima es de unos cuantos centenares de miles de U.A., y es posible imaginar incluso que haya cometas distantes que estén simultáneamente en órbita alrededor de nuestro Sol y de una o más de las estrellas del próximo sistema de Alpha Centauri, siguiendo quizá trayectorias en forma de ocho. Pero el espacio interplanetario está relleno por el viento solar y los campos magnéticos que provoca. El espacio interestelar tiene sus propias partículas cargadas y campos magnéticos. Una definición útil de la frontera del sistema solar es el lugar donde la presión ejercida sobre el gas interestelar por el viento solar queda compensada por el campo magnético interestelar. Este lugar se denomina la heliopausa, el lugar donde la influencia del Sol —por lo menos en este aspecto— cesa. Pero nadie ha medido todavía la situación de esta heliopausa o el carácter muy interesante de las partículas y campos interplanetarios en esta transición.

Es evidente, parafraseando a Isaac Newton, que en nuestra exploración del sistema solar interior con naves espaciales hemos estado jugando a la orilla del mar, mientras quedaba ante nosotros todo el vasto océano del sistema solar sin descubrir. Pero esta situación está a punto de cambiar de modo espectacular. Está previsto que la nave Voyager efectúe las primeras observaciones sistemáticas, en primer plano, de Júpiter y de sus más o menos catorce lunas en 1979; y de Saturno, su sistema de anillos y sus diez o más lunas en 1980 y 1981; y quizá de Urano en 1986. Las dos naves espaciales Voyager, controladas por su computadora de a bordo y sujetas a las instrucciones de la Tierra, están repletas con toda una gama de instrumentos científicos cuyas observaciones deberían revolucionar nuestro conocimiento del sistema solar exterior. Las naves son aceleradas por la gravedad de Júpiter a fin de llegar a Saturno en mucho menos tiempo del que sería necesario, y la gravedad de Saturno —si se escoge finalmente esta opción— se utiliza de modo semejante para llegar a Urano. Las naves espaciales Voyager abandonarán eventualmente el sistema

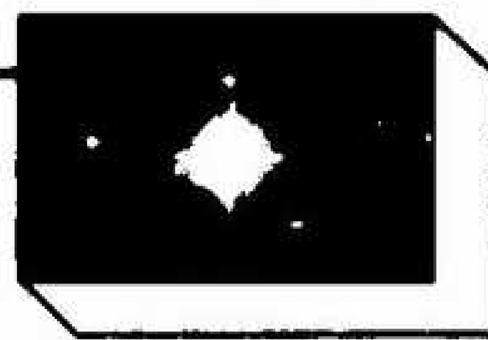


solar debido precisamente a estas trayectorias apoyadas por la gravedad, es decir debido a un accidente de mecánica celestial, gracias al cual se decidió poner los discos Voyager a bordo de las naves.

Hay once investigaciones científicas separadas a bordo de cada nave Voyager. Cada investigación corresponde a un instrumento científico específico diseñado a propósito, y cada instrumento cuenta con un equipo asociado de científicos e ingenieros que, en la mayoría de los casos, han estado trabajando en la investigación durante casi una década. Sus nombres aparecen en el Apéndice E. El grado de dedicación y la capacidad necesaria para tales misiones es muy grande.

Las trayectorias que se han escogido a través de los sistemas de Júpiter y de Saturno son el resultado de compromisos complejos y a menudo penosos entre objetivos científicos en competencia. El Voyager está sólo unas pocas horas en su máxima aproximación a Júpiter y surcando a gran velocidad su sistema de satélites interiores. En este período de tiempo sólo se puede llevar a cabo un número determinado de mediciones científicas. ¿Vamos a orientar nuestra misión para que vuele a través del tubo de flujo de Ío y examine las partículas cargadas y las interacciones magnetosféricas y estallidos de radio; o debemos concentrarnos en un vuelo por detrás de algún satélite a fin de utilizar las técnicas de ocultación de radio para buscar sus atmósferas; o tenemos que concentrarnos en retratar y espectrografiar las lunas; o debemos estudiar el mismo Júpiter? Las trayectorias óptimas a través del sistema de Júpiter para cumplir algunos de los objetivos científicos no nos dejarán hacer todo lo que queremos hacer en el sistema de Saturno, por ejemplo volar detrás de los anillos o echar una ojeada de cerca a Titán. La mejor trayectoria a través del sistema saturnino no nos dejará llegar nunca a Urano.

Las seis figuras reproducidas en este capítulo muestran trayectorias típicas a través de los sistemas de Júpiter y de Saturno para los Voyager 1 y 2. Vemos en estos diagramas que habrá encuentros de aproximación con un gran número de satélites de ambos sistemas, con los anillos de Saturno, y desde luego con los mismos planetas. La tabla de las páginas 230 y 231 ofrece algunos datos básicos sobre los sistemas de Júpiter y de Saturno. Los nombres encantadores y exóticos de las lunas proceden todos de la mitología griega. Quizás en el pasado eran impronunciables, pero algunos se convertirán pronto en un tema de conversación. Antes del Voyager, las mejores imágenes de las lunas de Júpiter eran las obtenidas por los Pioneer 10 y 11, que mostraban los discos de unos pocos satélites galileanos con unas manchas apenas discernibles. Pero la tabla



demuestra que el Voyager —suponiendo que no haya fallos técnicos— obtendrá fotografías de los satélites galileanos con una resolución (la capacidad de distinguir detalles finos) de unos pocos kilómetros y una cobertura de las superficies de los satélites de varias decenas por ciento. Pasaremos de una idea vaga de que existen rasgos superficiales en los satélites a la capacidad de fotografiar objetos del tamaño de una pequeña ciudad en el planeta Tierra. Mariner 10 fue una misión entera que obtuvo las primeras fotografías en primer plano del planeta Mercurio: con una resolución en la superficie de unos cuantos kilómetros y una cobertura de unas decenas por ciento. El Voyager conseguirá datos comparables en dos o tres planetas y ocho o diez lunas. No hay duda de que los resultados serán espectaculares.

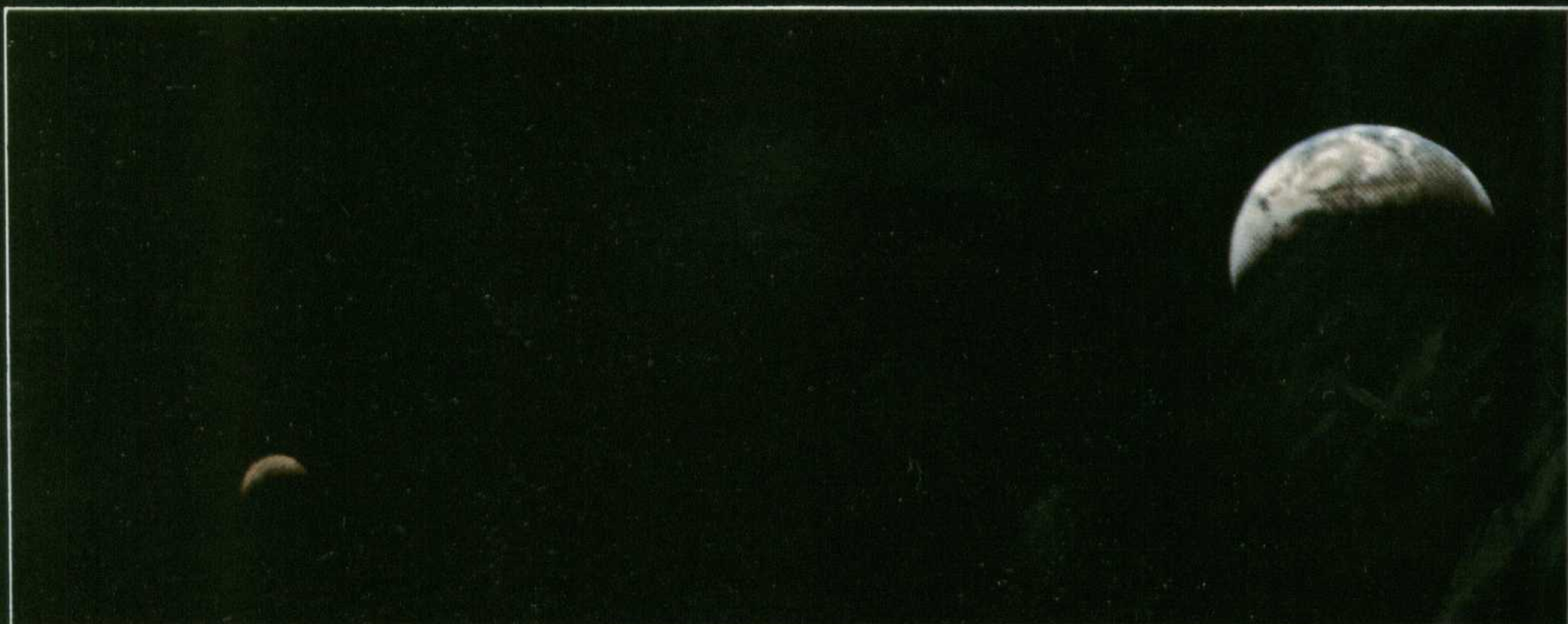
Unos 100 días antes del encuentro, los sistemas de imagen del Voyager obtendrán fotografías de Júpiter superiores a las mejores conseguidas con los mayores telescopios de la Tierra. En las semanas siguientes la imagen planetaria irá creciendo paulatinamente, se tomarán muchas fotos en color, y se compondrán secuencias cinematográficas de la meteorología de Júpiter que irá rodando bajo nuestras cámaras. En el momento del encuentro de aproximación con Júpiter se podrán distinguir formas de nubes u otros objetos en la atmósfera tan pequeños como un centenar de metros. A unas pocas horas de Júpiter se tomará un mosaico de fotografías que llenará la Gran Mancha Roja, que se supone es una inmensa perturbación ciclónica de la atmósfera iniciada quizá hace un millón de años en la historia anterior de Júpiter. La media docena, aproximadamente, de fotografías que se tomarán en esta ocasión cubriendo la Gran Mancha Roja estará compuesta cada una por un millón, aproximadamente, de puntos como los de una foto de periódico transmitida por teléfono. Cuando el Voyager llegue al sistema de Saturno estará en disposición de tomar una docena de fotos de este tipo, una detrás de la otra a través de los anillos mirando desde arriba hacia el plano de los anillos. Los anillos de Saturno han atraído, fascinado e inquietado, incluso a los astrónomos amateurs con pequeños telescopios, desde la época de Galileo. Las fotografías que tome el Voyager de los anillos de Saturno han de proporcionar una nueva dimensión no sólo de las imágenes científicas, sino también de las estéticas.

La atención pública quizá se centrará en las investigaciones científicas relacionadas con las imágenes captadas en la misión del Voyager, pero los demás experimentos son de un interés e importancia muy grandes. Puesto

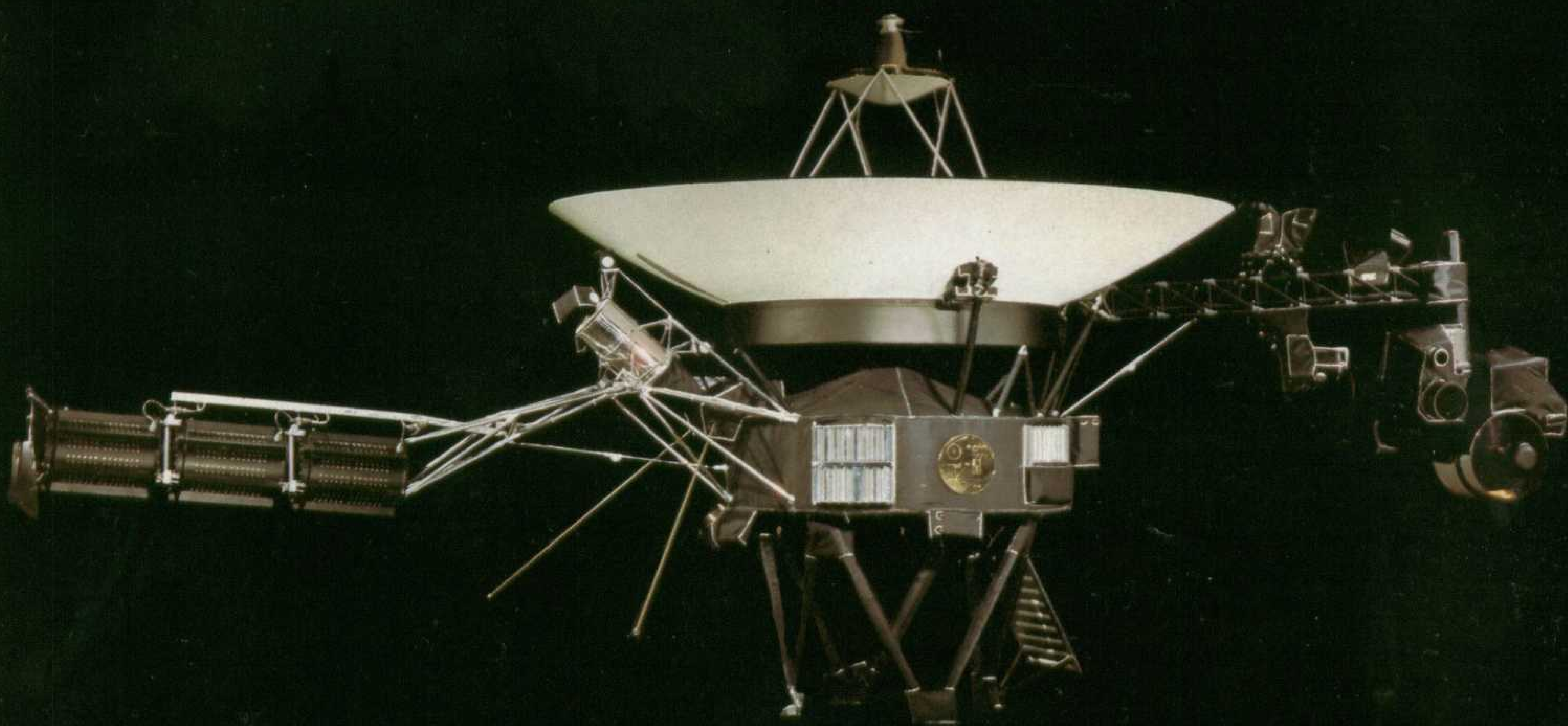


1. Lanzamiento de la nave espacial Voyager 2 desde el Centro Aeroespacial Kennedy en Cabo Cañaveral (Florida), el 20 de agosto de 1977. Cedida por la NASA.

2



3

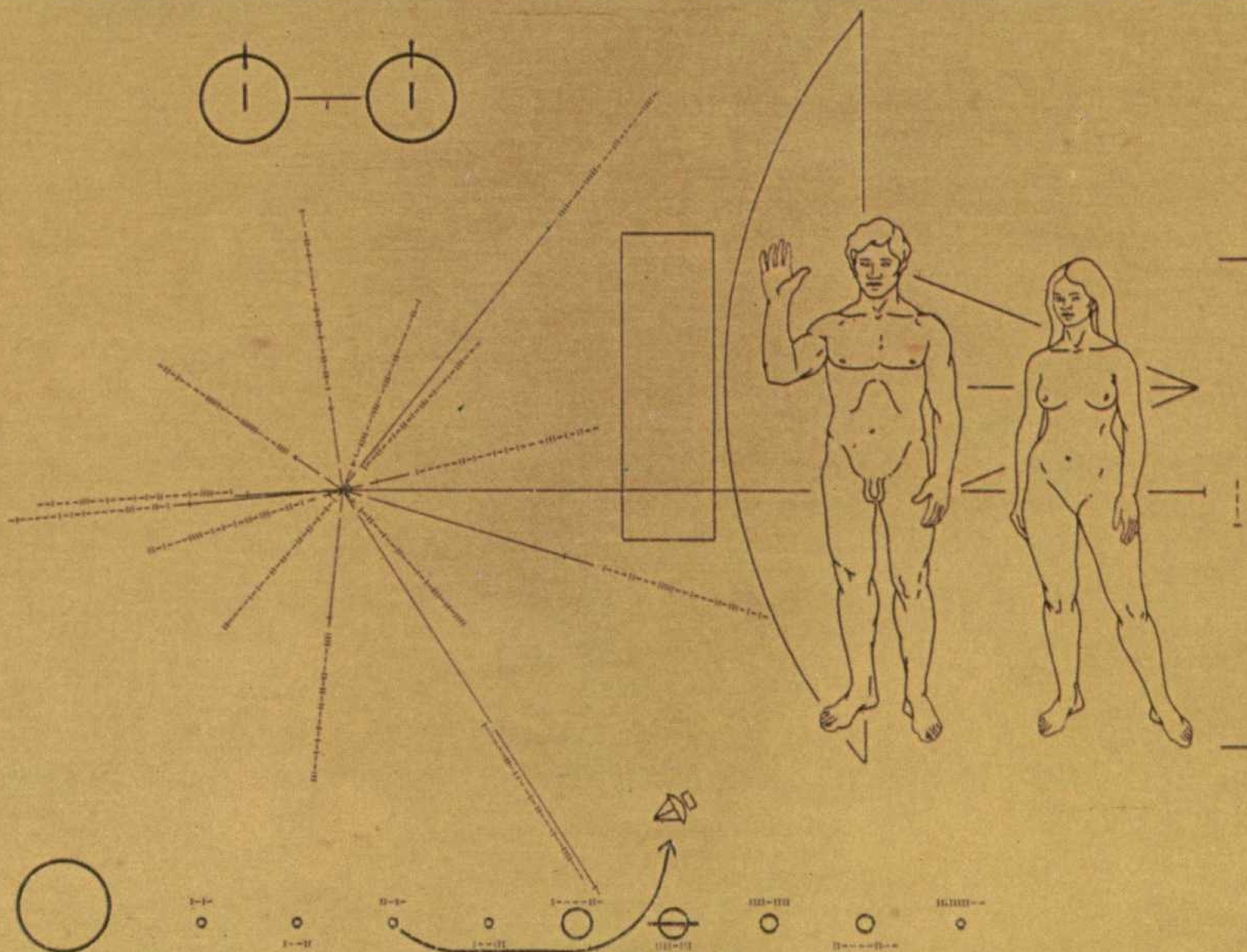


4

2. El Disco Voyager en su cubierta de aluminio montado sobre la nave espacial. Cedida por la NASA.

3. La Tierra creciente a la derecha y la Luna creciente a la izquierda, fotografiadas por el Voyager 1 en su camino hacia el exterior del sistema solar. Es la primera foto jamás tomada del sistema Tierra-Luna en su conjunto. La mayoría de los rasgos que se distinguen sobre la Tierra son nubes. La Luna es mucho menos brillante porque refleja cinco veces menos luz por unidad de superficie que la Tierra.

4. La nave espacial Voyager tal como aparecería bien iluminada en el espacio interplanetario o interestelar. Una nave espacial extraterrestre que se aproximara al Voyager dentro de mil millones de años y que apuntara sobre ella un gran foco vería más o menos esto, aunque muy probablemente en el intervalo la nave habría acumulado un cierto número de abolladuras y golpes. Cedida por la NASA.

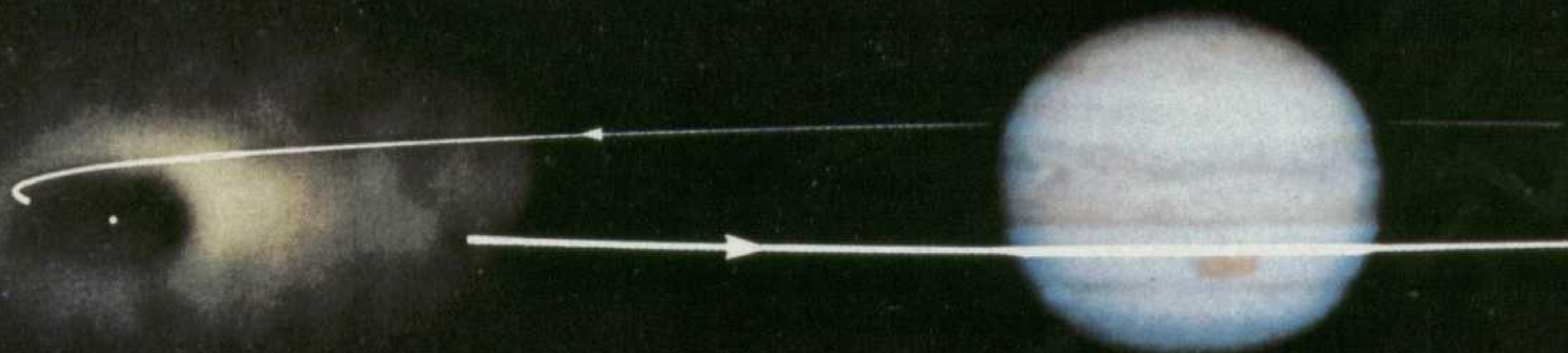


5



IMAGEN DE LA NUBE DE SODIO
D1 + D2

19 DE FEBRERO DE 1977 TU
OBSERVATORIO DE TABLE MOUNTAIN



DIÁMETRO DE IO: 3 640 km

10 seg. de arco

30 000 km

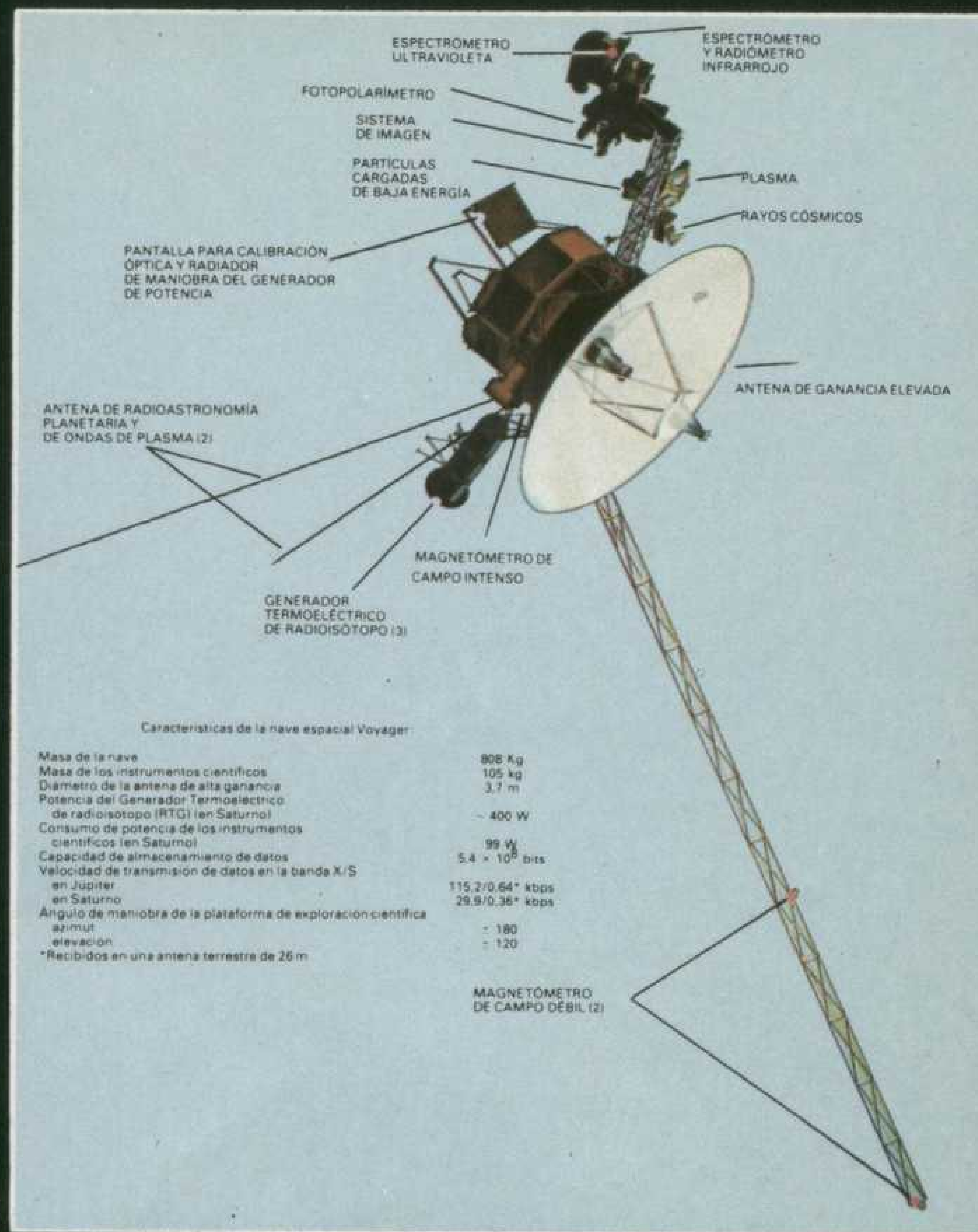
6

5. *Fotografía de la placa de los Pioneer 10 y 11.*

6. *Fotografía tomada en el Observatorio de Table Mountain del Laboratorio de Propulsión a Chorro a través de un filtro de sodio, mostrando la extensa nube de sodio cerca de la luna de Júpiter Ío. La órbita de Ío alrededor de Júpiter aparece también. Cedido por T. V. Johnson. Laboratorio de Propulsión a Chorro.*

7. *Diagrama esquemático de la nave Voyager indicando algunos de sus elementos. La plataforma giratoria que contiene la mayoría de los instrumentos orientados hacia los planetas aparece en la parte superior. Cedida por la NASA.*

8. *Tamaños relativos de los grandes satélites de Júpiter y Saturno, comparados con Mercurio y la Luna. Los colores y los detalles de sus superficies son sólo esquemáticos.*



Características de la nave espacial Voyager

Masa de la nave	808 Kg
Masa de los instrumentos científicos	105 kg
Diámetro de la antena de alta ganancia	3,7 m
Potencia del Generador Termoeléctrico de radioisótopo (RTG) (en Saturno)	~ 400 W
Consumo de potencia de los instrumentos científicos (en Saturno)	99 W
Capacidad de almacenamiento de datos	5.4×10^8 bits
Velocidad de transmisión de datos en la banda X/S	
en Júpiter	115.2/0.64* kbps
en Saturno	29.9/0.36* kbps
Ángulo de maniobra de la plataforma de exploración científica	
azimut	± 180
elevación	± 120

*Recibidos en una antena terrestre de 26 m

7

DIÁMETROS COMPARADOS DE LOS SATÉLITES



TITÁN (SATURNO)
5 832 km



GANIMEDES (JÚPITER)
5 270 km



CALISTO (JÚPITER)
4 890 km



MERCURIO
4 880 km



ÍO (JÚPITER)
3 636 km

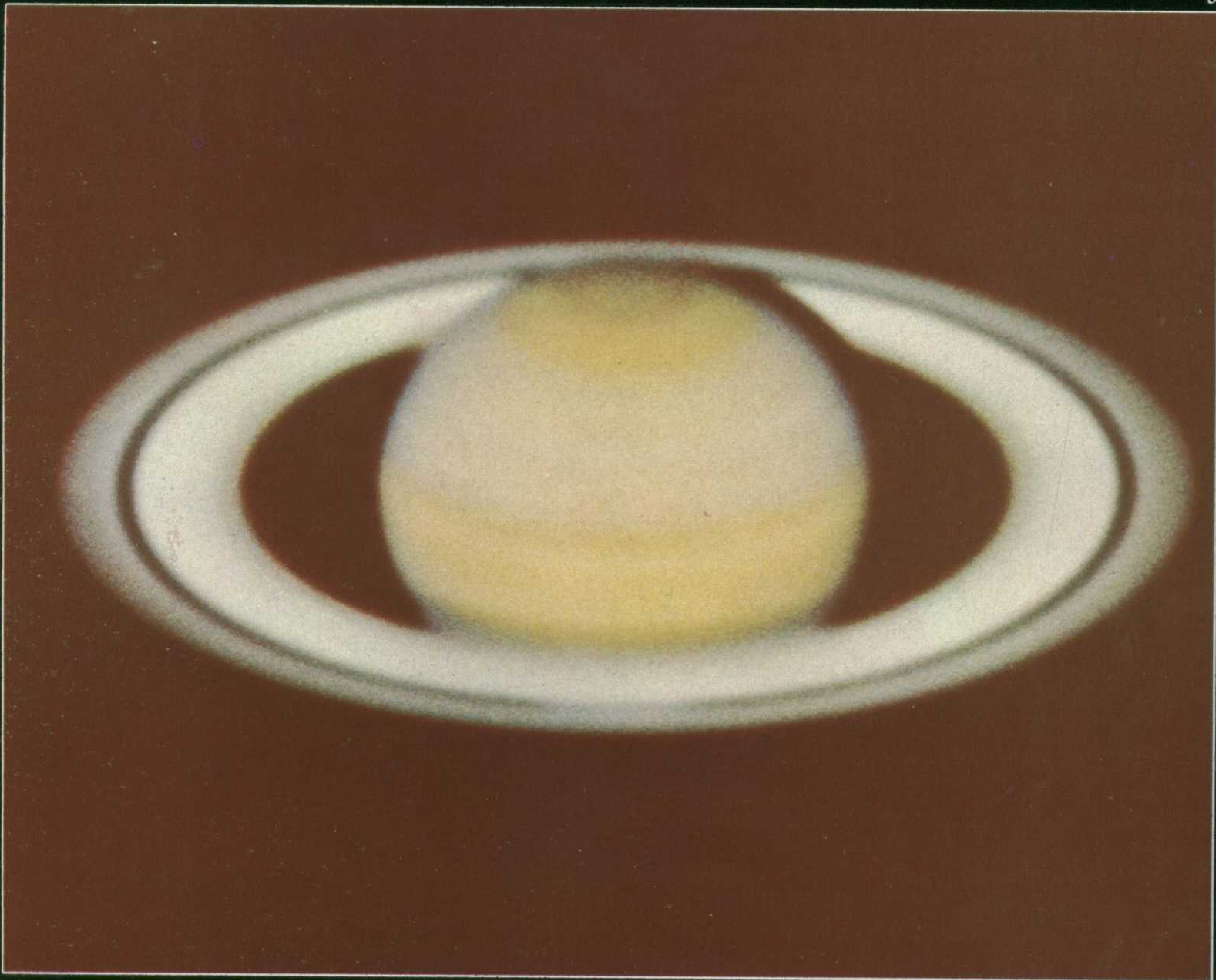


LUNA (TIERRA)
3 475 km



EUROPA (JÚPITER)
3 066 km

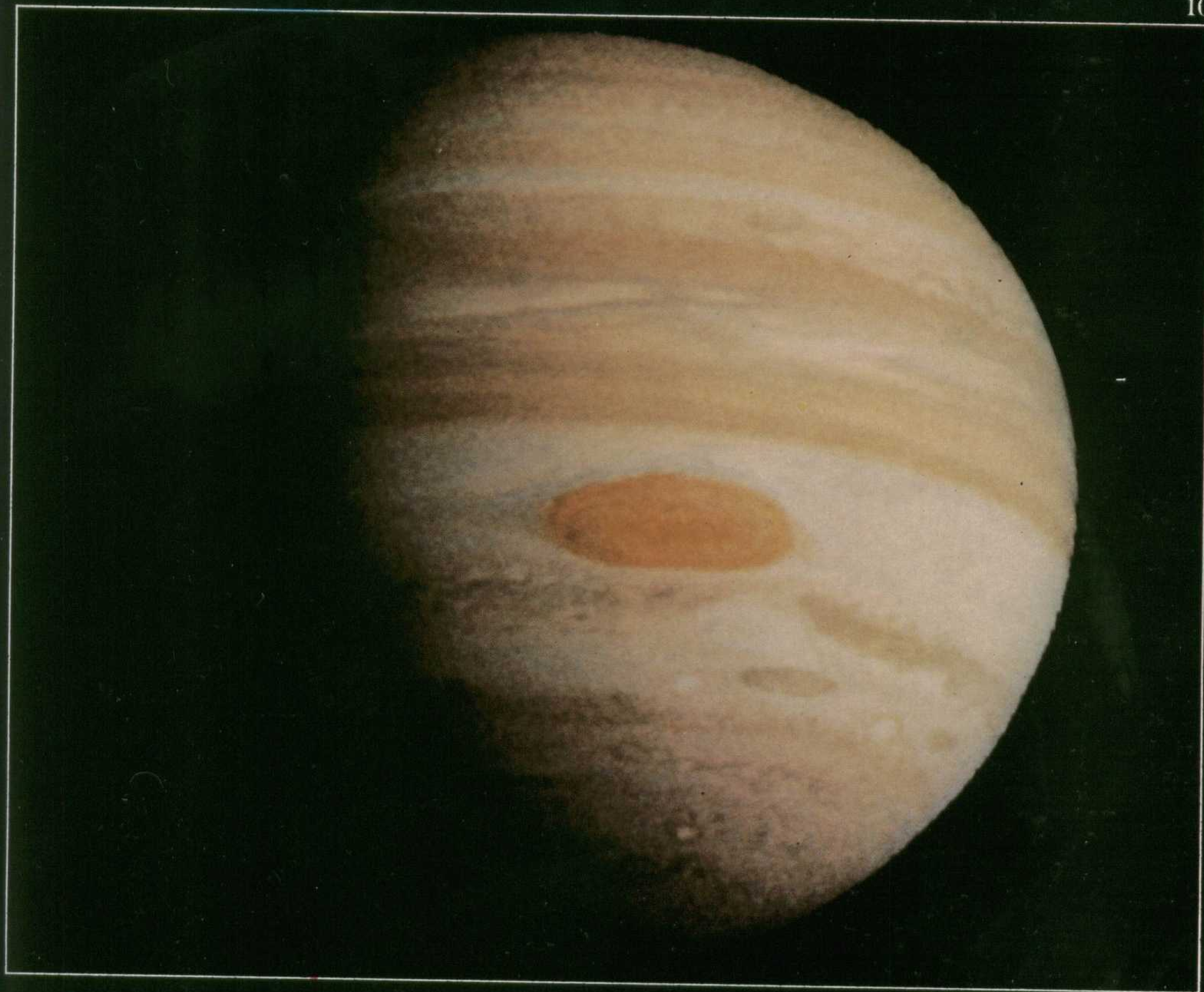
8



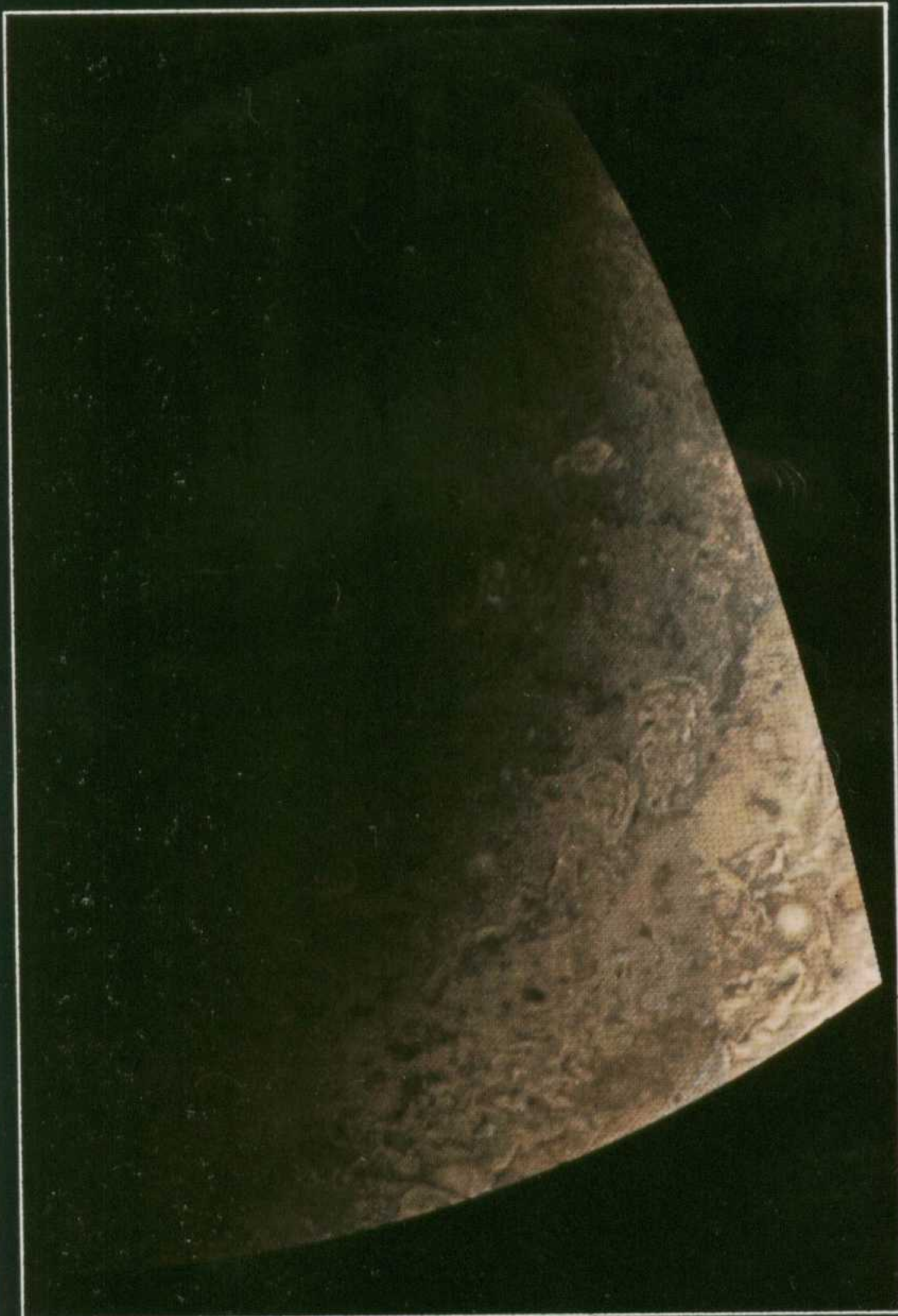
9

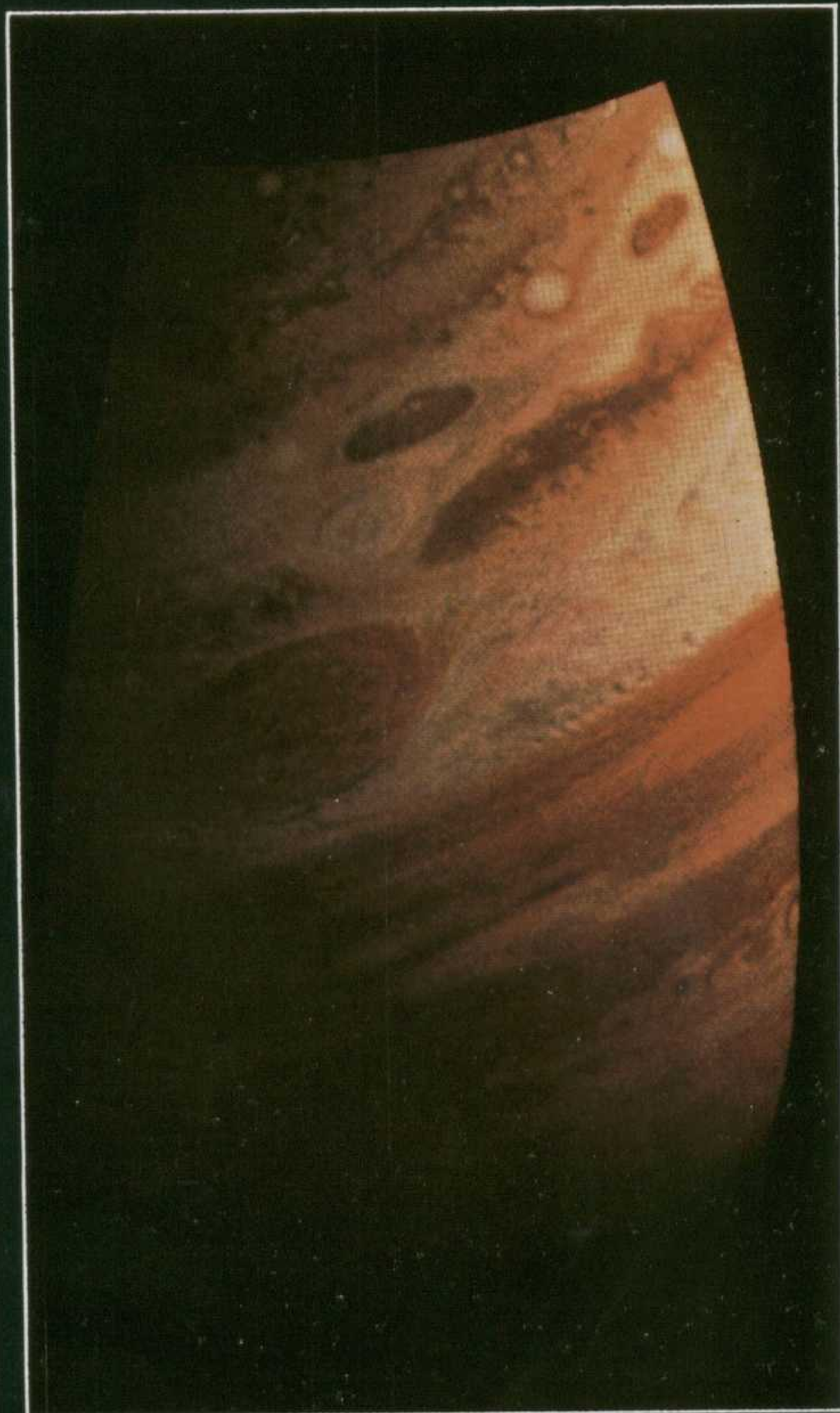
9. Fotografía de Saturno y sus anillos obtenida en la Universidad del Estado de Nuevo México, Las Cruces, Nuevo México. Cedida por el doctor Bradford A. Smith.

10



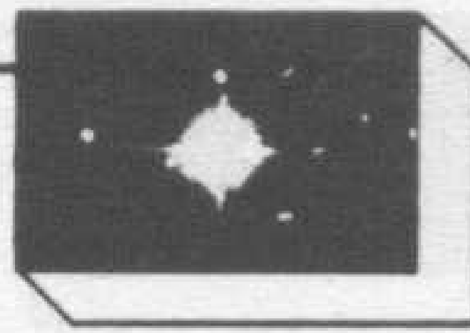
10. Fotografía de Júpiter con la Gran Mancha Roja tomada por el Pioneer 11. Cedida por la NASA.





11. Izquierda. Fotografía hacia el Polo de Júpiter tomada por el Pioneer 11, con detalles realzados por computadora en el Laboratorio de proceso de imagen, JPL. Antes de las misiones de los Pioneer 10 y 11 nadie había imaginado la existencia de detalles tan delicados en las nubes de Júpiter.

12. Derecha. Región situada alrededor de la Gran Mancha Roja, en el centro, realzada de modo semejante. Muchos de estos rasgos más pequeños carecen todavía de explicación clara en función de la meteorología de la atmósfera de Júpiter.



TRAYECTORIAS DE VUELO DE LOS VOYAGER

URANO
8/20/77

SATURNO
8/27/81

SATURNO
11/13/80

JÚPITER-
SATURNO-
TITÁN

SATURNO
8/20/77

URANO
1/30/86

JÚPITER
7/9/79

3/5/79

JÚPITER-
SATURNO-
URANO

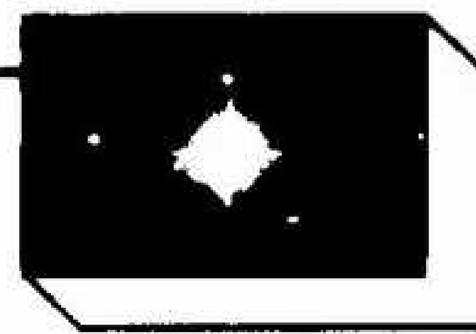
TIERRA
8/20/77

9/1/77

MARTE
8/20/77

JÚPITER
8/20/77

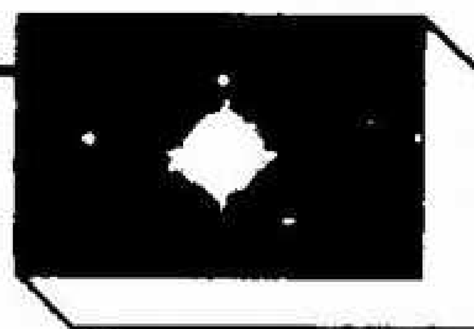
Diagrama esquemático de las trayectorias por el sistema solar exterior de las naves espaciales Voyager 1 y Voyager 2. Las fechas indicadas dan las posiciones de los planetas dibujados en sus órbitas. Voyager 1 recibe el nombre aquí de Júpiter-Saturno-Titán y Voyager 2 el de Júpiter-Saturno-Urano.



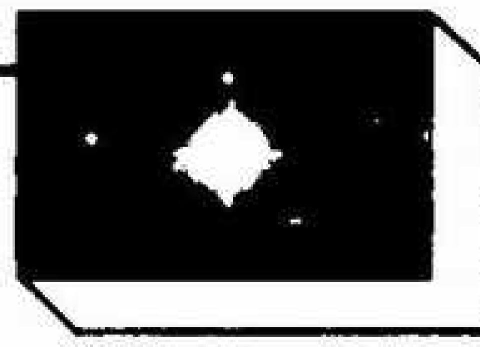
LOS SATÉLITES DE JÚPITER Y DE SATURNO Y EL GRADO DE COBERTURA POR EL SISTEMA DE IMAGEN DE LOS VOYAGER

Planeta	*Satélite*		*Diámetro en km*	*Distancia al Sol en millones de km*	*Distancia al planeta en miles de km*
Tierra			12 756	149,6	
	Luna		3 476		384,4
Júpiter			142 800	778,4	
	Amaltea		240		181,3
	Ío	Satélites de Galileo	3 640		421,6
	Europa	Satélites de Galileo	3 050		670,9
	Ganimedes	Satélites de Galileo	5 270		1 070
	Calisto	Satélites de Galileo	5 000		1 880
	Leda		~10		11 110
	Himalia		170		11 470
	Lisitea		~20		11 710
	Elara		80		11 740
	Ananque		~15		20 700
	Carme		~25		22 350
	Pasifae		~30		23 300
	Sinope		~15		23 700
Saturno			120 000	1 424,6	
	Janos		?		168,7
	Mimas		400		185,8
	Encelado		550		238,3
	Tetis		1 200		294,9
	Dione		1 150		377,9
	Rea		1 450		527,6
	Titán		5 800		1 222,6
	Hiperión		~500		1 484,1
	Japeto		1 800		3 562,9
	Febe		~200		12 960

~ significa «aproximadamente». La distancia de los satélites al Sol es casi la misma que la de su planeta. Los períodos de revolución de los planetas (alrededor del Sol) o de los satélites (alrededor de los planetas) se dan en días terrestres y en años terrestres. La mayoría de las lunas tienen períodos de rotación igual a sus períodos de revolución.

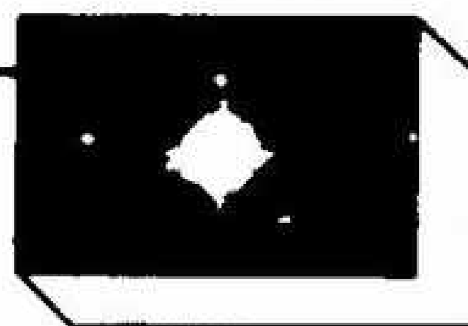


Planeta	*Satélite*		*Período de revolución*	*Resolución máxima de la superficie en km vista por el Voyager*	*Superficie cubierta por el Voyager*
Tierra			1 año		
	Luna		27,32 días		
Júpiter			11,86 años	0,1	
	Amaltea		0,49 días	9	35 %
	Ío	Satélites de Galileo	1,77 días	1	50 %
	Europa	Satélites de Galileo	3,55 días	5	40 %
	Ganimedes	Satélites de Galileo	7,16 días	2	40 %
	Calisto	Satélites de Galileo	16,69 días	3	35 %
	Leda		240 días		
	Himalia		251 días		
	Lisitea		260 días		
	Elara		260 días		
	Ananque		617 días		
	Carme		692 días		
	Pasifae		735 días		
	Sinope		758 días		
Saturno			29,46 años	0,1	
	Jano		0,82 días		
	Mimas		0,94 días	2	30 %
	Encelado		1,37 días	7	30 %
	Tetis		1,89 días	5	30 %
	Dione		2,74 días	3	30 %
	Rea		4,52 días	3	30 %
	Titán		15,95 días	3	50 %
	Hiperión		21,28 días	11	15 %
	Japeto		79,33 días	22	15 %
	Febe		550,45 días		



que Júpiter, Urano y posiblemente Saturno radian más energía al espacio de la que reciben del Sol, el estudio de los balances caloríficos planetarios mediante instrumentos infrarrojos será interesante. Pero estos mismos instrumentos son capaces también de determinar algo de la química, quizás incluso de la química orgánica, de las atmósferas de los planetas jovianos y de Titán; algo sobre la composición mineral y del hielo de las superficies de las lunas y de los anillos de Saturno. Estudiarán también la estructura vertical y la meteorología en los objetos que tengan atmósferas. Se llevará a cabo una investigación complementaria con un espectrómetro ultravioleta para estudiar la composición y estructura de las atmósferas de Júpiter, Saturno, Urano, Titán y los satélites galileanos (para los cuales existen algunas pruebas que indican la presencia de atmósferas muy difusas), y también para estudiar las nubes en forma de donut compuestas por átomos expulsados en las órbitas de Ío y quizá de otros satélites galileanos. Otro instrumento, llamado fotopolarímetro, medirá la polarización de la luz solar reflejada por los planetas y satélites a medida que cambia el ángulo de visión desde la nave espacial. Esto permitirá llevar a cabo estudios de las propiedades físicas y químicas de los aerosoles atmosféricos de las superficies de los satélites y de los anillos de Saturno.

Cada nave espacial Voyager recibe energía de un generador termoeléctrico de radioisótopos, y comunica toda su información científica y de ingeniería a la Tierra a través de una gran antena parabólica de radio, que emite en dos frecuencias diferentes. Pero la trayectoria del Voyager le hará pasar por nubes de gas interplanetario, a través de las partículas cargadas de la magnetosfera de Júpiter, detrás de los anillos de Saturno y detrás (desde el punto de vista de la Tierra) de la atmósfera y las nubes de Júpiter y Titán. Cada vez que se interpone material entre el transmisor de la nave y las estaciones receptoras en la Tierra, la señal se desvanece de un modo característico y puede conseguirse, así, información importante sobre el objeto interpuesto. Por ejemplo, esperamos saber por primera vez, gracias al experimento de ocultación de Titán, cuál es la presión y la temperatura en la superficie de Titán, en vez de los datos referentes al techo de las nubes que son los captados por nuestros instrumentos actuales. Además, las investigaciones científicas basadas en la radio determinarán la trayectoria precisa de la nave espacial Voyager a medida que pase por la proximidad de los distintos planetas, satélites y sistemas de anillos, y esto nos permitirá adquirir información importante sobre las masas de estos objetos y —en el caso de Júpiter y de Saturno— sobre la estructura



de las profundidades de su interior, datos esenciales para comprender sus orígenes. Además de utilizar la antena existente de radio para enviar ondas de radio desde detrás de los planetas, hay detectores especiales de ondas de radio en el Voyager para estudiar los estallidos y otras emisiones de radio de Júpiter, y posiblemente de Saturno y de Urano, con especial atención a la influencia de los satélites de Júpiter sobre los estallidos de radio del planeta.

Hay finalmente cuatro investigaciones de las partículas cargadas y de los campos magnéticos del espacio interplanetario y del espacio alrededor de los planetas jovianos y de sus satélites. Dos aparatos para medir campos magnéticos de intensidad muy débil están sujetos a un botalón articulado muy largo que se proyecta hacia el exterior desde la nave para no confundirse con los campos magnéticos creados por los circuitos eléctricos de los demás instrumentos. Entre las muchas investigaciones que estos instrumentos llevarán a cabo está una búsqueda de la heliopausa, aunque es posible que los transmisores del Voyager se hayan apagado mucho antes de que la nave espacial atraviese esta frontera magnética entre el sistema solar y el espacio interestelar.

Está claro que el objetivo principal de la misión Voyager es esta rica cosecha de información científica. Los Voyager representan el primer reconocimiento en profundidad del sistema solar exterior, y creo que cambiarán para siempre nuestra visión de la familia planetaria del Sol: y asimismo tendrán una profunda influencia en nuestra apreciación estética de nuestros entornos en el espacio.

Pero hay algo más a bordo de las dos naves espaciales Voyager. Mucho después de apagarse sus transmisores, cuando haya dejado muy atrás la heliopausa, en el futuro remoto, dos discos fonográficos con saludos del planeta Tierra continuarán su fuga inexorable hacia adelante.

Bibliografía

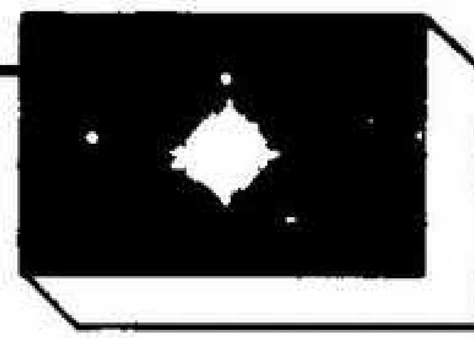
Gehrels, T., encargado de la edición, *Jupiter*. University of Arizona Press, 1976.

Sagan, Carl, en *The Solar System*, A Scientific American Book. W. H. Freeman and Company, 1975.

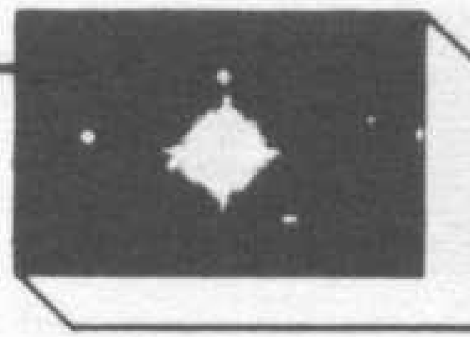
— , y Salpeter, E.E., «Particles, Environments and Hypothetical Ecologies in the Jovian Atmosphere». *Astrophysical Journal Supplement*, vol. 32 (1976), 737-755.

Smith, B., y otros, «Voyager Imaging Experiment». *Space Science Reviews*, vol. 21 (1977), 103-128.

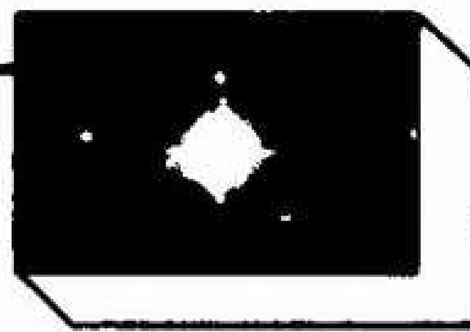




EPÍLOGO
por Carl Sagan



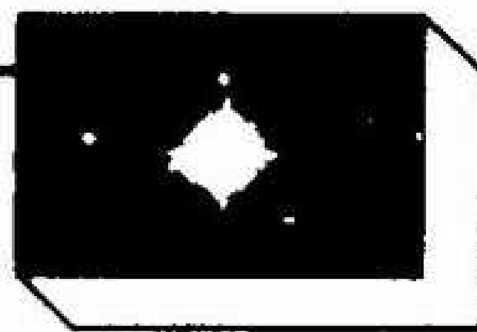
Un denso campo de estrellas en la constelación de la Osa Menor. Una de estas estrellas puede ser AC+79 3888. Fotografía cedida por la National Geographic Society-Sky Survey del Observatorio Palomar. Copyright, Instituto de Tecnología de California.



Era imposible contemplar las últimas lenguas de fuego proyectadas por el cohete Titan impulsando el Voyager a su salida de Cabo Cañaveral sin tener en cuenta el destino del disco. El disco va sujeto al exterior de la nave. Los rayos cósmicos y la radiación del Sol y de las estrellas podrían causarle algún daño, pero la amenaza principal que le acecha son los micrometeoritos, diminutas partículas microscópicas y poco consistentes, probablemente restos de cometas que llenan el espacio interplanetario. Estos microplanetas están en órbita alrededor del Sol y tienen velocidades propias, pero a medida que la nave se aventura por los límites extremos del sistema solar, estas velocidades se hacen cada vez menores. El peligro principal proviene de la propia velocidad de la nave espacial, unos quince kilómetros por segundo, abriéndose paso entre esta horda de micrometeoritos. La estimación más prudente del daño posible se basa en la suposición de que la nave espacial avanzará con el disco en cabeza. Si el disco no estuviera encapsulado en su cubierta de aluminio, todas las partículas que pudiesen producir pequeños hoyos o cráteres de tamaño superior a medio surco de disco podrían perjudicar la calidad del sonido. En este caso todos los micrometeoritos de peso superior a una centésima de microgramo (o bien de tamaño superior a unos 0,007 centímetros de diámetro) podrían causar daños de este tipo.

Es probable que haya muchos más micrometeoritos en el sistema solar interior, donde los cometas se vaporizan por la acción del calor solar y se desintegran, que en el sistema solar exterior, donde se conservan todavía en un estado de congelación profunda. Una estimación prudente del daño posible podría suponer, también ahora, que los micrometeoritos tienen la misma abundancia mucho después de la órbita de Plutón que en las proximidades de la Tierra. De ser esto así, cuando la nave espacial haya recorrido ya una distancia de un año luz, aproximadamente un cuarto de la distancia a la estrella más próxima, se habrán acumulado pequeños hoyos destruyendo un 10 por ciento del disco. Este cálculo es válido solamente para la cara del disco orientada hacia el exterior.

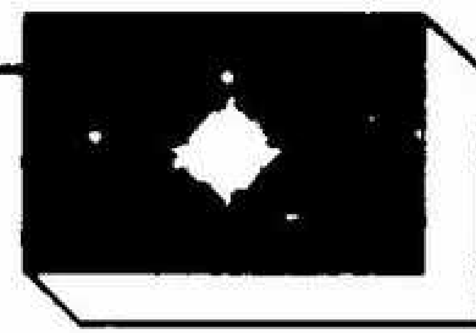
Es evidente que un diez por ciento dañado es demasiado, incluso para una civilización extraterrestre que pueda llevar a cabo con facilidad interpolaciones razonables de los bits de información que falten. Precisamente por esta razón los discos Voyager están encapsulados en una cubierta de aluminio de 0,08 centímetros de grueso. Para que un micrometeorito pueda penetrar esta cubierta ha de tener una masa superior a cinco microgramos, y el número de micrometeoritos grandes es muy inferior al de pequeños. Utilizando las mismas hipótesis prudentes de antes, calcula-



mos que cuando la nave haya alcanzado una distancia de un año luz los microhoyos producidos habrán afectado menos del 2 por ciento del disco. Esto corresponde a unos 4 000 pequeños impactos antes de abandonar la nube de restos cometarios. Después, en el espacio interestelar, la abundancia de micrometeoritos debería ser muy inferior, y la cara exterior del disco se degradará a un ritmo muy lento de un 0,02 por ciento de su superficie cada cincuenta años luz recorridos. No se habrá acumulado un 2 por ciento más de daños hasta que la nave haya viajado cinco mil años luz más, es decir una sexta parte de la distancia entre el Sol y el centro de la Galaxia. La nave espacial Voyager necesitará unos cien millones de años para atravesar esta distancia. Si por casualidad el Voyager entrara en el sistema planetario de otra estrella, dotada de modo similar con cometas y micrometeoritos, el disco podría recibir daños adicionales, al entrar en un sistema planetario de este tipo, iguales a los que recibió al salir del nuestro. Pero la probabilidad de que se produzca una entrada accidental de este tipo es muy pequeña.

En todos estos cálculos —debidos principalmente a Paul Penzo del Laboratorio de Propulsión a Chorro— el daño afecta únicamente a la cara del disco orientada hacia el exterior. La cara interior, protegida por el mismo disco y por la nave espacial, no sufre esencialmente ningún daño. Por lo tanto parece razonablemente segura una estimación aproximada de mil millones de años para la vida media del disco. Los discos se montaron con la Cara 1 hacia dentro. Por lo tanto, toda la información gráfica, las salutaciones humanas y de cetáceos y «Los Sonidos de la Tierra», junto con el primer tercio de la música —del Primer Movimiento del Segundo Concierto de Brandeburgo hasta la Partita n.º 3 para Violín— puede decirse que sobrevivirán para siempre.

¿Y hacia dónde tienen su destino las naves espaciales Voyager? ¿Es probable que en determinadas circunstancias encuentren otro sistema planetario? Las direcciones del cielo hacia las cuales se dirijan eventualmente las naves dependen mucho de la precisión de las maniobras cerca de Júpiter, Saturno y Urano durante la fase estrictamente científica de la misión. Se ha previsto provisionalmente que el Voyager 1 llegue a Saturno el 13 de noviembre de 1980, y que abandone el sistema solar dirigiéndose hacia un punto del cielo con una declinación de 10,1 grados y una ascensión recta de 260,0 grados. Este punto está situado en la constelación de Ofiuco. Voyager 2, si todo va bien, llegará a Urano el 30 de enero de 1986 y abandonará el sistema solar con una declinación de −14,9 grados y una ascensión recta de 315,3 grados, en la dirección de la conste-

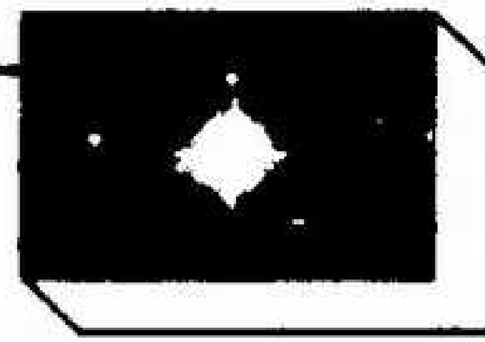


lación zodiacal de Capricornio. Esta dirección para el Voyager 2 presupone que la nave espacial no se encontrará con Neptuno en su camino de salida, puesto que este encuentro de momento no está previsto.

Las estrellas tienen sus propios movimientos. Las naves espaciales Voyager se mueven tan lentamente que al cabo de muchas decenas de miles de años las estrellas situadas en la proximidad del Sol se habrán reagrupado con posiciones relativas muy distintas a las que ocupan actualmente. Es una difícil tarea de computadora calcular las estrellas que podrían estar situadas por azar a lo largo de las trayectorias de las naves Voyager dentro de 50 000 o 100 000 años. Mike Helton, del Laboratorio de Propulsión a Chorro, ha intentado llevar a cabo este cálculo. Él llama la atención sobre todo en relación a la existencia de una oscura estrella llamada AC+79 3888 que está actualmente en la constelación de la Osa Menor. Actualmente está a diecisiete años luz del Sol. Pero dentro de 40 000 años estará por azar dentro de tres años luz de distancia al Sol, más cercana a nosotros de lo que está ahora Alpha Centauri. Dentro de este período el Voyager 1 se acercará a 1,7 años luz de AC+79 3888 y el Voyager 2 a 1,1 años luz. Dos estrellas más candidatas son DM+21 652 en la constelación de Tauro y AC−24 2833 183 en la constelación de Sagitario. Sin embargo, ni el Voyager 1 ni el Voyager 2 se acercarán tanto a estas estrellas como a AC+79 3888.

Los astrónomos clasifican a esta estrella como una enana roja de tipo espectral M4. Se trata substancialmente de una estrella más pequeña y más fría que el Sol. También puede ser mucho más vieja. La estrella enana M más cercana que no forma parte de un sistema de estrellas doble o múltiple es la llamada estrella de Barnard. Está a unos seis años luz de distancia. Nuestra capacidad para detectar sistemas planetarios alrededor de otras estrellas es por ahora muy limitado, aunque mejora rápidamente. Algunos datos preliminares sugieren que hay uno o más planetas, aproximadamente de la masa de Júpiter y de Saturno, orbitando la estrella de Barnard, y consideraciones teóricas de tipo general sugieren que los planetas deberían ser un complemento frecuente de la mayoría de las estrellas de esta clase.

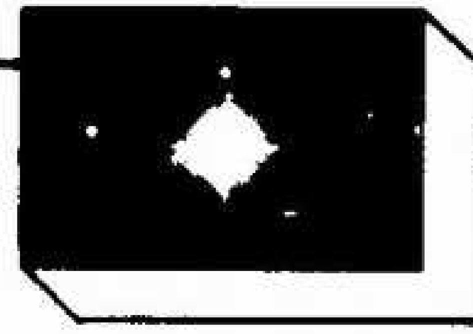
Si los estudios futuros de AC+79 3888 demuestran que tiene realmente un sistema planetario, quizá nos veríamos impulsados a hacer algo para superar los tantos en contra que plantea el vacío impresionante y terrible del espacio: la casi certeza de que ninguna de las dos naves espaciales Voyager abandonadas a sí mismas caerá nunca en el interior rico en planetas de otro sistema solar. Porque quizá después de haber completa-



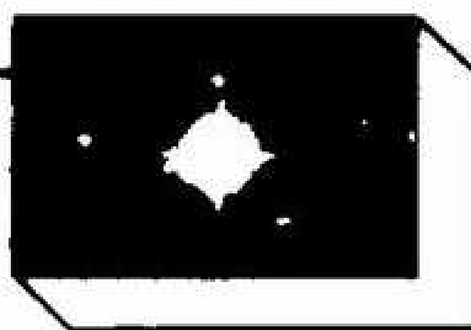
do las misiones científicas sería posible proceder a una ignición final del sistema de propulsión por cohete a bordo de las naves y redirigirlas de la mejor manera que podamos para que se encuentren realmente con AC + 79 3888. Si puede efectuarse una maniobra así, dentro de unos 60 000 años uno o dos diminutos mensajeros del extraño y distante planeta Tierra pueden penetrar disparados en el sistema planetario de AC + 79 3888. Puesto que esta estrella es probablemente mucho más vieja que el Sol, puede ser que la vida inteligente haya evolucionado allí hace mucho tiempo. Pero la evolución de la inteligencia no sigue un ritmo uniforme. Quizá dentro de 60 000 años la emergencia de la inteligencia y de las civilizaciones técnicas en un planeta de este sistema sea sólo un hecho reciente. No hay duda de que sus habitantes estarán profundamente interesados en el Sol, su estrella más próxima, y en su corte de planetas. ¡Qué descubrimiento más asombroso sería entonces el disco Voyager, este regalo de los cielos!

Se preguntarían sobre nuestro destino. Sabrían ya que 60 000 años son un período de tiempo largo en la historia de las civilizaciones. Reconocerían el carácter provisional de nuestra sociedad, su tenue conocimiento tanto de la tecnología como de la sabiduría. ¿Nos destruimos ya o hemos pasado a cosas mayores? Algunas piezas de música del Voyager expresan intencionadamente una especie de soledad cósmica que quizá pueda comunicarse a través del abismo de años luz y de las diferencias en las historias evolutivas. También nosotros nos dedicábamos a crear cápsulas del tiempo, a buscar por los cielos otra civilización con la cual poder comunicarnos.

Pero algo quedaría claro sobre nosotros: nadie envía un mensaje de este tipo en un viaje así hacia otros mundos y otros seres, sin una pasión positiva por el futuro. Por irregular que les parezca el mensaje, podrán estar seguros de que éramos una especie dotada de esperanza y de perseverancia, de algo de inteligencia también, de una generosidad substancial y de un entusiasmo palpable por establecer contacto con el cosmos.

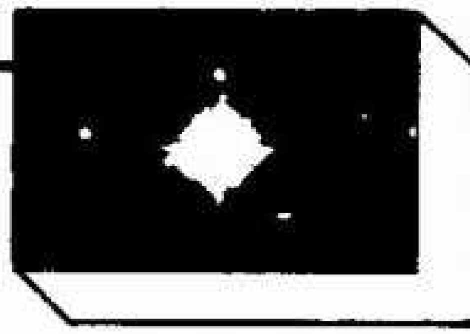


AGRADECIMIENTOS

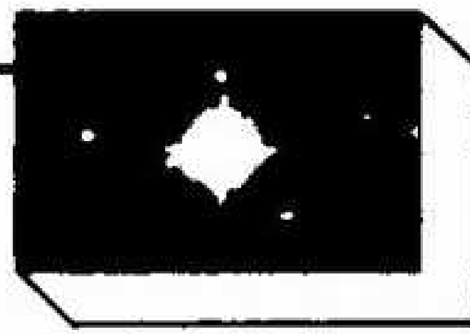


AGRADECIMIENTOS
Carl Sagan

El proyecto del disco Voyager está en deuda, literalmente, con cientos de personas que contribuyeron generosamente con su tiempo, su dedicación, un trabajo agotador y un conocimiento de especialista. Muchos de ellos —por ejemplo los que enviaron saludos al espacio y los fotógrafos autores de las 118 figuras— están reconocidos en otros lugares de este libro. Otras personas —como muchas de las que nos ayudaron en Discos CBS— constituyen un grupo demasiado numeroso para que pueda citar su nombre. Pero expreso aquí algunos agradecimientos que creo esenciales; otros se incluyen en los agradecimientos de los demás coautores de este libro. John Casani, del Laboratorio de Propulsión a Chorro, director del proyecto Voyager, concibió, siguiendo el precedente de los Pioneer 10 y 11, la deseabilidad del mensaje del Voyager y proporcionó su apoyo material y moral. En la Sede central de la NASA fue de importancia crítica la ayuda de A. Thomas Young, director de los programas lunares y planetarios y de Noel Hinner, administrador asociado de ciencia del espacio. Alan Lovelace, entonces administrador en funciones de la NASA, y Gerald Mossinghoff, viceconsejero general de la NASA, nos dieron un valioso apoyo, teniendo en cuenta los problemas políticos y legales de índole peculiar que este proyecto planteaba. Arnold Frutkin, administrador asociado de la NASA para asuntos internacionales, jugó un papel clave para resolver el atasco en las Naciones Unidas. Frank Press, director de la Oficina de Política científica y tecnológica de la Oficina ejecutiva del presidente, consiguió la declaración del señor Carter para el Voyager. Jugaron papeles críticos en la producción concreta del disco: Herbert Schlosser, entonces presidente de la National Broadcasting Company; Tom Shepard de RCA Victor; Arthur Taylor, ex presidente de Columbia Broadcasting System; Bruce Lundvall, presidente de Discos CBS; Joe Agresti y Al Shulman de Discos CBS, que consiguió permisos de reproducción de la música para todo el mundo; y Russ Payne de CBS, quien llevó a cabo la mezcla del disco con paciencia y pericia ejemplares. Las matrices de laca fueron grabadas en Discos CBS por Vladimir Meller. Las imágenes se grabaron en Colorado Video, Inc., Boulder, Colorado; y las matrices de cobre se grabaron en James G. Lee Record Processing, Gardena, California. Las cubiertas de aluminio se grabaron en Litronic Industries, Irvine, California. Minneapolis Honey-



well nos prestó generosamente su grabadora Model 5600-C. Wendy Gradison, del Laboratorio de Estudios Planetarios de Cornell, Amahl Shakhashiri, del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera de Cornell y Nina Laurence en la Sede Central de la NASA obtuvieron los permisos de reproducción para las fotografías de vuelo. Los mismos permisos para este libro fueron obtenidos por Susan Lang del Laboratorio de Estudios Planetarios de Cornell, quien preparó también los dos mapas y organizó la forma final de la tabla con las salutaciones en 55 idiomas. Estoy muy reconocido a Shirley Arden, del Laboratorio de Estudios Planetarios, que nos ayudó mucho en la preparación de todas las fases de este libro y que, sobre todo, organizó gran parte de las sesiones de grabación de las salutaciones habladas en la Universidad de Cornell. Paul Penzo y Mike Helton, del Laboratorio de Propulsión a Chorro, llevaron a cabo cálculos importantes sobre la erosión y las trayectorias interestelares de las naves Voyager a petición nuestra. Estamos agradecidos a miembros de la Oficina de Asuntos públicos de la NASA, de la Misión de los EE.UU. en las Naciones Unidas, del Comité del Espacio exterior de las Naciones Unidas y de la oficina del secretario general de las Naciones Unidas que nos proporcionaron su ayuda; también al presidente Carter y al secretario general Waldheim por sus declaraciones. Damos también las gracias a Martin Williams, conservador de jazz de la Institución Smithsoniana; a Daniel J. Boorstin, Bibliotecario del Congreso; a Phyllis Morrison del Museo de los Niños, Boston; a Frank Oppenheimer del Exploratorium, San Francisco; a Frederick C. Durant III de la Institución Smithsoniana; a Harry Levin, decano del Colegio de Artes y Ciencias de la Universidad de Cornell; a Steven Soter y Bishun Khare, del Laboratorio de Estudios Planetarios de la Universidad de Cornell; a muchas personas del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera de Cornell; a Fred Eggens, de la Universidad de Chicago; así como a mis colaboradores y consejeros del Comité del Disco Voyager mencionados en el texto, incluyendo a Robert E. Brown, A. G. W. Cameron, Arthur C. Clarke, Frank D. Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Wendy Gradison, Robert Heinlein, Alan Lomax, Jon Lomberg, Philip Morrison, B. M. Oliver, Leslie Orgel, Linda Sagan, Murry Sidlin y Stephen Toulmin.



AGRADECIMIENTOS

F. D. Drake

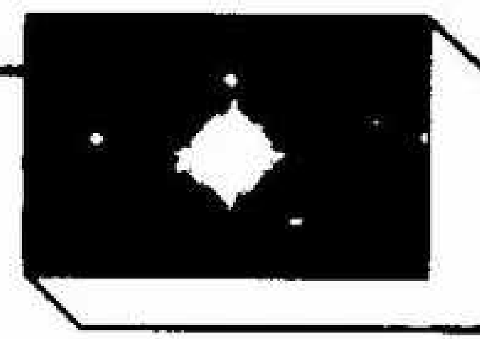
Me gustaría poder citar los nombres de todas las personas que nos ayudaron a dar cima a este proyecto. Pero los nombres son demasiado numerosos, las ocupaciones demasiado diversificadas, y las localizaciones cubren un continente. No sabría dónde trazar la línea. Sus contribuciones iban de lo pequeño a lo muy grande, aunque me resistiría a ordenar sus esfuerzos según estos criterios. Cada una de las contribuciones individuales de cooperación tuvo una importancia enorme en el momento de recibirla. Temo que no podría ni empezar a reconocer con justicia la ayuda de todos estos colegas y amigos a lo ancho de toda la nación si intentara citar sus nombres, incluso en orden alfabético, porque podría olvidar alguno de ellos o, lo que es peor, podría ignorar incluso la labor de otros que contribuyeron con su trabajo en organizaciones exteriores.

Sin embargo, destacan unas cuantas personas, además de las ya citadas en el libro. Éstas son:

Roscoe Barham. Es un empleado de la Academia Nacional de Ciencias en Washington, D. C. Aceptó actuar de mensajero en sus horas personales y viajar entre lugares como la Universidad George Washington, la National Geographic Society, y el Aeropuerto Nacional de Washington logrando que recibiéramos a tiempo una cierta diapositiva de un embrión humano. Nos envió la diapositiva. Sin su ayuda nos hubiese sido difícil conseguir otra para sustituirla, porque la única posible alternativa de la diapositiva del embrión estaba disponible solamente en Suecia.

Barbara Boettcher. Es la dibujante del NAIC. Se pasó innumerables horas esbozando objetos concretos para nosotros. La excitación del proyecto se apoderó también de ella y a menudo decía que en su opinión el mejor premio era que sus obras hubiesen quedado inmortalizadas.

Valentin Boriakoff, agregado de investigación en el NAIC, que dedicó tiempo y esfuerzos considerables para localizar la electrónica adecuada para grabar las señales de imagen. Su dedicación al éxito de este proyecto era encantadora. Sacrificó su propio tiempo de investigación para hacer muchos viajes a Colorado, a menudo siguiendo rutas indirectas y a menudo tras una llamada de última hora, donde también aconsejó y participó en la sesión de grabación. Según él sus contribuciones quedaron ampliamente compensadas cuando fue seleccionado para actuar en una de nuestras fotografías especiales. Durante los próximos mil millones de años



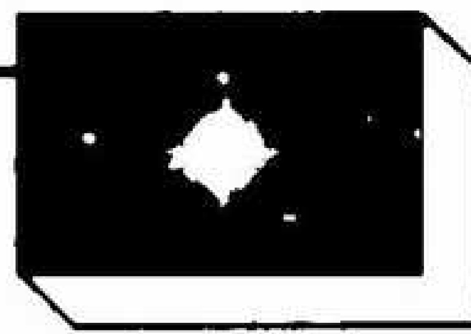
representará a la humanidad en relación a nuestra manera propia de comer bocadillos.

Herman Eckelmann, fotógrafo del NAIC. En mi capítulo le llamo «Eck» y lo propio hace Jon Lomberg. Sin embargo, su interés incansable que llegaba hasta el propio sacrificio, por el éxito del proyecto era algo que maravillaba. Durante muchas noches se quedaba en su cuarto oscuro hasta pasadas las doce. A veces se comía un bocadillo rápido, seco ya cuando se lo llevaba a la boca, mientras su cámara iba disparando y tomando fotos de revistas, libros, etc. Días de descanso personal, previstos para pasarlos en familia, quedaban aplazados mientras Eck se pasaba las horas corriendo por Ithaca y tomando fotos de autopistas, supermercados, aeropuertos, hospitales, etc. Sin su voluntad, la secuencia gráfica del disco no se hubiese hecho a tiempo.

Wendy Gradison. Wendy asumió este proyecto con un celo fantástico. Muchos de sus días y de sus noches se fundieron formando una sesión inseparable de trabajo. Al principio, hizo la mayor parte de las visitas con Jon Lomberg, reuniendo los grandes conjuntos de fotos que sirvieron para la selección final. Luego, y a cuenta de la NASA, se encargó de la tarea difícil pero poco vistosa de conseguir los permisos de los colaboradores gráficos para la inclusión a bordo de la nave espacial de todas las fotos seleccionadas. Ella es la única persona cuya imagen aparece dos veces en las figuras, ¡superando por lo tanto a Alfred Hitchcock!

Jon Lomberg. Jon es una de estas personas únicas cuyos talentos creativos parecen impulsarlos en un constante estado de energía y actividad. Dejó completamente de lado su vida normal para dedicarla a la secuencia de figuras. Se instaló en Ithaca, trabajó de trece a quince horas cada día y quedó tan absorto todo su ser por esta tarea, que mientras duró el proyecto su vida se centró en la elaboración del mensaje. He pensado a menudo que de entre todas las posibles formas de ser extraterrestre que podría capturar este disco, el afortunado debería ser un «mellizo» de Jon Lomberg. Nadie disfrutaría tanto con él, aprendería tanto de él o se entusiasmaría tanto.

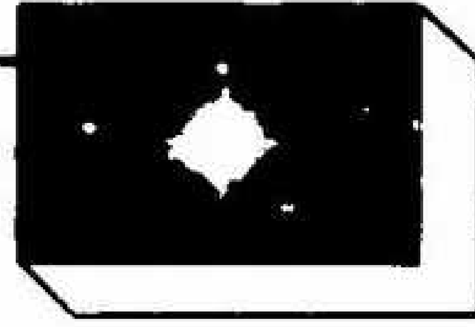
Dan Mitler. Ingeniero del NAIC que trabajó mano a mano con Valentin Boriakoff para convertir las señales con una calidad de imagen televisiva en la frecuencia más baja de las señales grabables. Dan voló a Colorado acompañado por una grabadora Honeywell, y pasó unos días sufriendo los inconvenientes de trasladarse como una lanzadera entre Ithaca, la ciudad de Nueva York y Boulder. Dan era insustituible, un hombre tranquilo pero que estaba allí cuando se le necesitaba.



Amahl Shakhashiri. Ayudante del director del NAIC (y ahora también mi esposa), comprendía muy bien la filosofía en la que el disco se basaba. Como miembro del equipo tuvo algo que hacer con casi todos los aspectos de la composición de la secuencia fotográfica. Descubría rápidamente la falta de conceptos que no estaban incluidos en nuestro conjunto «borrador» de figuras y podía en poco tiempo encontrar las fotos apropiadas para llenar los vacíos. Sacrificó muchas noches cuando luchábamos con las fotos para hacer nuestra selección final, y proporcionó sugerencias valiosas para el contenido de la secuencia, y además ideas para las fuentes de las figuras. Su voz ofrece la salutación en árabe en la parte del disco que contiene las «salutaciones».

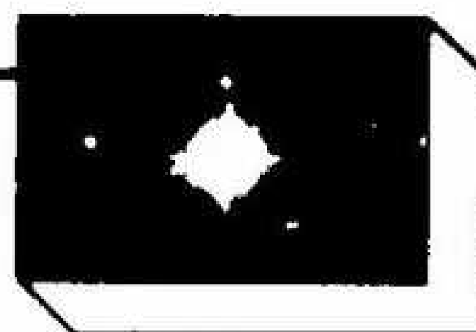
Colorado-Video Inc. Es una pequeña empresa situada en Boulder, Colorado. CVI contribuyó en calidad de servicio público cediendo el uso de su equipo y de su personal. Su presidente, Glen Southworth, nos ayudó personalmente en la grabación concreta de las figuras, incluso acudiendo en las primeras horas de la mañana. El técnico Hannaway y el ingeniero McClelland pasaron muchas horas haciendo funcionar el equipo, y llevando a cabo ajustes para que la calidad de la grabación fuera máxima. CVI jugó también un papel clave para negociar el préstamo de una grabadora Honeywell 5600C de Honeywell, Inc., en Denver. El celo y entusiasmo de CVI con este proyecto era emocionante. A pesar de que interrumpíamos su trabajo normal, satisficieron nuestro deseo de hacer un pase de prueba antes de la sesión final de grabación; acomodaron con escaso margen de tiempo nuestros frenéticos esfuerzos del último minuto para incluir en formato de imagen el mensaje del presidente Carter y los nombres de los miembros de la Cámara y del Senado de los comités relacionados con el espacio.

Quisiera agradecer, finalmente, el apoyo del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera. Algunos miembros de nuestra plantilla —incluso algunos de nuestros doctorandos— se adhirieron a la idea del mensaje del Voyager y destinaron una considerable cantidad de tiempo y de espacio a completar el proyecto sacándolo de sus ocupaciones primarias en el NAIC y de sus horas personales de asueto. El momento más emocionante para ellos se produjo cuando asistieron a un preestreno clandestino de todo el «show», y al ver que sus esfuerzos podían colmar el enorme abismo de la comunicación interestelar su satisfacción fue extraordinaria.



AGRADECIMIENTOS
Jon Lomberg

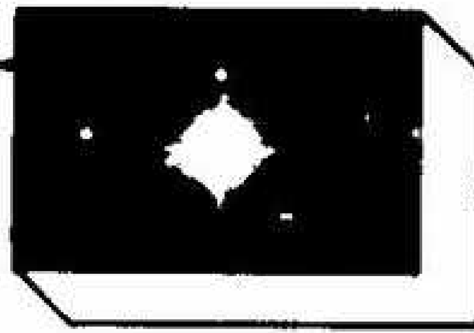
Elizabeth Lumley, Arhur Fuller, Michael Schulman, Pat Kellogg, Max Allen, Fred Durant, Shirley Arden, Colección de Imágenes de la Biblioteca de Toronto, Richard Lee, Stuart Edelstein, Steven Soter, Tom Prendergast, Hannah Bruce, Jon Schneeberger, Walter Shostal, Gary Davis, Joan Winterkorn, Lilly Lomberg.



AGRADECIMIENTOS

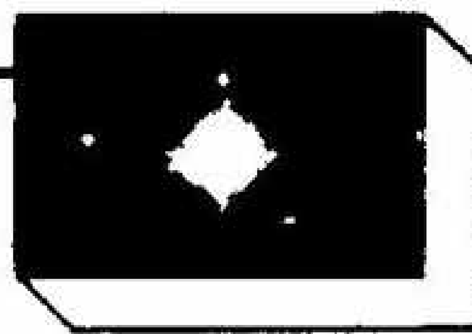
Ann Druyan

Joe Agresti	CBS
Hank Altman	CBS
Shirley Arden	Laboratorio de Estudios Planetarios, Universidad de Cornell
Alan Botto	Vantage Sounds
Doctora Margaret Bullowa	Instituto de Tecnología de Massachusetts
Jonathan Cott	Revista *Rolling Stone*
Marty Gindi	Centro médico de la Universidad de Nueva York
Wendy Gradison	Laboratorio de Estudios Planetarios, Universidad de Cornell
Bud Graham	CBS
Doctor Ronald Hoy	Departamento de Neurobiología y del Comportamiento, Universidad de Cornell
Jimmy Iovine	
Mickey Kapp	Warner Specials Productions
Doctor Julius Korein	Centro médico de la Universidad de Nueva York
Phyllis Kronhaus	Centro médico de la Universidad de Nueva York
Doctor Richard Lee	Universidad de Toronto
Lucie Levidow	Centro médico de la Universidad de Nueva York
Doctora Lise Menn	Instituto de Tecnología de Massachusetts
Doctor Roger Payne	Universidad Rockefeller y Sociedad Zoológica de Nueva York
Katy Payne	
Russ Payne	CBS
Doctor John Rogers	Universidad de Yale
Willie Ruff	Universidad de Yale
William R. Schoppe, Jr.	CBS
Doctor David Simpson	Laboratorios geológicos Lamont-Doherty
Laurie Spiegel	Laboratorios Bell



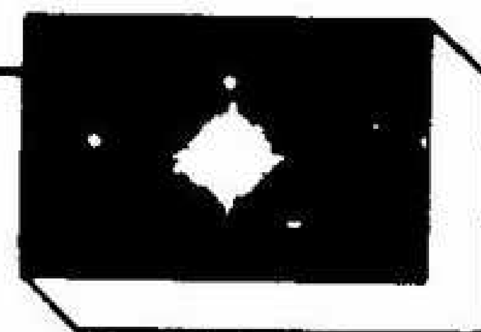
AGRADECIMIENTOS
Timothy Ferris

Sandro Baratheli, William Boswell, Robert Brown, Chou Wen-chung, John Cohen, Sandra LeBrun Holmes, Bruce MacIntyre, Tim Oliver, Delfina Rattazzi, Colin Turnbull.

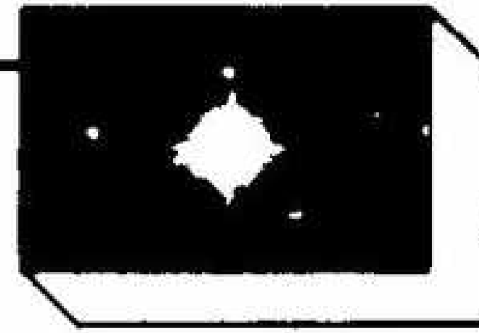


AGRADECIMIENTOS
Linda Salzman Sagan

Shirley Arden, Michael Bronfenbrenner, Departamento de Idiomas de la Universidad de Cornell, Phillip Freedman, Suzanne Freedman, Cary Frumess, David Gluck, Wendy Gradison, Bishun Khare, Joe Leeming, Alexander Marshack, Clara T. Pierson, Susan A. Robinson, Debbie Sidlin, Murry Sidlin, doctor Ralph Solecki, doctor Steven Soter.



APÉNDICES



Apéndice A

Un mensaje para el futuro

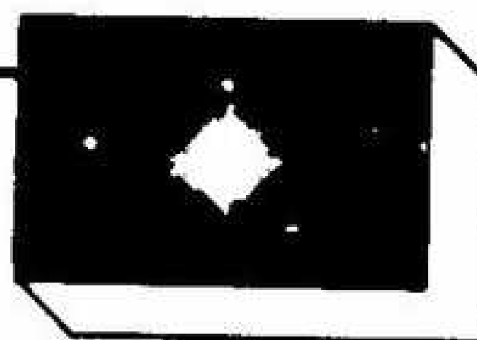
(Texto de un comunicado de prensa de la NASA, 15 de abril de 1976)
[Compárese con la figura de la página 10]

Se ha sellado dentro del Lageos un mensaje para el caso de que sea recuperado de su órbita o descubierto después de su regreso a la Tierra dentro de unos 10 millones de años.

El mensaje fue preparado por el doctor Carl Sagan, del Laboratorio de Estudios Planetarios de la Universidad de Cornell, Ithaca, Nueva York. Se han instalado dos copias del mensaje en el satélite grabadas en láminas de acero inoxidable de 10 por 18 cm: una a cada extremo del perno que conecta los dos hemisferios de que se compone el Lageos.

El mensaje muestra en su parte central superior el sistema más simple de contar, la aritmética binaria, que utiliza sólo ceros y unos. Aparecen los números del 1 al 10 en notación binaria. En la parte superior derecha hay un dibujo esquemático de la Tierra en órbita alrededor del Sol, con una flecha que indica la dirección del movimiento. La flecha apunta hacia la derecha, siguiendo la convención adoptada para indicar el futuro. Todas las flechas que acompañan a los números son «flechas del tiempo» de este tipo. Debajo de la órbita de la Tierra hay el número binario uno, indicando el período de tiempo utilizado en la placa: una revolución de la Tierra alrededor del Sol, o un año.

El resto de la placa del Lageos consiste en tres mapas de la superficie de la Tierra, todos según una proyección común que permite contemplar a la vez la superficie entera de nuestro planeta. Debajo del primer mapa hay una flecha que señala hacia la izquierda, indicando el pasado, conectada con un número binario grande. Este número equivale en notación decimal a unos 268 millones de años. El mapa muestra la configuración aproximada de los continentes en el período pérmico, hace unos 225 millones de años. El número binario podía haber sido más exacto, pero se redondeó para no dar la impresión de una precisión espúrea. El conocimiento detallado de la deriva de los continentes es todavía muy limitado, y los continentes aparecen juntos formando una sola masa, que a veces se llama «Pangea».



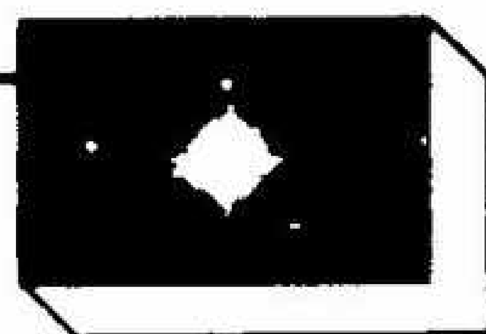
El ajuste preciso que se obtiene encajando América del Sur dentro del África occidental fue una de las primeras indicaciones sobre la existencia real de la deriva continental. Australia aparece situada originalmente entre la Antártida y África occidental; otras reconstrucciones la sitúan en contacto con la Antártida occidental. Pero estos mapas no pretenden ser una representación precisa de la deriva continental, sino un medio para representar espectacularmente la existencia y el grado de tal deriva.

El mapa central presenta la actual configuración de los continentes. Debajo hay un símbolo que indica cero años, y flechas señalando simultáneamente al pasado y al futuro; es decir, el presente. Este mapa representa el punto cero en el tiempo para los otros dos mapas. Aparece el lanzamiento del Lageos al espacio desde el Campo de Pruebas occidental en la Base Vandenberg de la Fuerza aérea en California.

El mapa final está codificado por una flecha que señala a la derecha y un número binario, también redondeado, señalando una época dentro de 8,4 millones de años: más o menos la vida calculada para la nave espacial Lageos. Aparece el satélite volviendo a la Tierra. Se observan muchos cambios importantes en la superficie de la Tierra, entre ellos la deriva de la Base Vandenberg de la Fuerza aérea junto con el resto de California meridional dentro del océano Pacífico. Esta separación a lo largo de la falla de San Andrés es una consecuencia esperada de los movimientos de la corteza que ha de investigar el Lageos. Muchos de los restantes cambios en el mapa dibujado de la Tierra son poco más que suposiciones. Nuestro conocimiento tiene que mejorar de modo significativo gracias al Lageos.

Quienquiera que encuentre la placa del Lageos sólo ha de comparar un mapa de entonces de la geografía de la Tierra con la que aparece en los dos mapas inferiores para calcular, aproximadamente, el tiempo transcurrido entre su propia época y la nuestra. Comparando los dos mapas inferiores se pueden estimar de hecho unas velocidades de deriva de dos centímetros y medio, aproximadamente, por año. Por lo tanto, el objetivo primario del Lageos y el método seguido para indicar el tiempo en la placa de la nave espacial es idéntico.

Lageos regresará a la Tierra en una época del futuro más distante que la época en el pasado que vio el origen de la especie humana. Es seguro que la Tierra habrá cambiado profundamente en aquel entonces, y no sólo en relación a la disposición de sus continentes. Quienquiera que habite la Tierra en aquella época distante puede agradecer una pequeña postal de felicitación procedente del pasado remoto.



Apéndice B

Mensajes de los delegados de la ONU a bordo del Voyager

Mohamed El-Zoeby de Egipto (árabe):
«Personas y demonios, si podéis atravesar las fronteras de la Tierra y del Cielo hacedlo, y sólo lo haréis con autoridad.»

Chaidir Anwar Sani de Indonesia (indonesio):
«Deseo ofreceros un breve mensaje para este Voyager...»

Bernadette Lefort de Francia (francés):
«Por encima de los lagos, por encima de los valles
De las montañas, de los bosques, de las nubes, de los mares,
Más allá del sol, más allá de los éteres,
Más allá de los confines de las esferas estrelladas.

»Te mueves, espíritu mío, con agilidad,
Y como un buen nadador que se desvanece entre las olas,
surcas alegremente la inmensidad profunda
con una voluptuosidad inexpresable y masculina.»
(De *Les Fleurs du Mal* de Baudelaire.)

Syed Azmat Hassan de Pakistán (punjabí):
«... envío de parte de mis compatriotas un mensaje de amistad y saludos a todos nuestros amigos del espacio. Nuestro deseo más cordial es que haya paz en todo el mundo y que esta paz esté en todas las facetas de la vida.»

Peter Jankowitsch de Austria (alemán):
«Como presidente del Comité del Espacio exterior de la ONU y representante de Austria me complazco en ofreceros nuestros saludos de esta manera.»

Robert B. Edmonds de Canadá (inglés):
«Me complace ofrecer los saludos del gobierno y del pueblo de Canadá a los habitantes extraterrestres del espacio exterior.»



Wallace R. T. Macaulay de Nigeria (efik):
«A los seres inteligentes extraterrestres: Se supone que habitamos sólo este planeta, pero sabemos que esto no es cierto. En África queremos creer que os tenemos a vosotros y que lo sabéis todo, que quizá poseéis una elevada inteligencia y que por lo tanto podéis ayudarnos a resolver la multitud de problemas de nuestro mundo.»

James F. Leonard de los Estados Unidos de América (inglés):
«Quiero ofrecer saludos y deseos de amistad a todos los que encuentren este Voyager y reciban este mensaje.»

Juan Carlos Valero de Chile (español):
«Enviamos a todos los seres del universo un afectuoso saludo de paz y felicidad. Ojalá el futuro nos permita [reunirnos].»

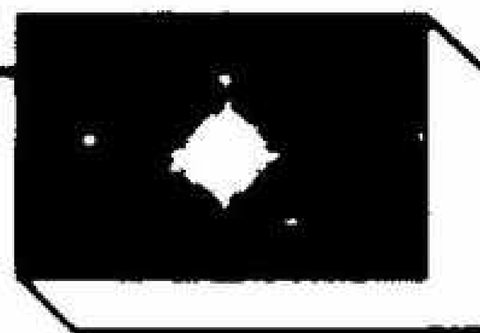
Eric Duchêne de Bélgica (flamenco):
«Bélgica envía sus saludos a bordo del Voyager y confía que este mensaje llegue a la gente del espacio exterior.»

Samuel Ramsay Nicol de Sierra Leona (inglés):
«... y buena suerte. Sierra Leona es miembro del Comité del Espacio exterior y creemos que este comité sirve para...»

Wallace R. T. Macaulay de Nigeria (inglés):
«Queridos amigos del espacio exterior, como probablemente sabéis, mi país está situado en la costa occidental del continente africano, una masa de tierra con la forma más o menos de un signo de interrogación en el centro de nuestro planeta.»

Bahram Moghtaderi de Irán (persa)
«[Como representante] del Comité para el Uso pacífico del Espacio exterior, tengo el honor de enviar los saludos del pueblo y del gobierno [de Irán].»

Ralph Harri de Australia (esperanto):
«Queremos vivir en paz con los pueblos de todo el mundo, de todo el universo...»



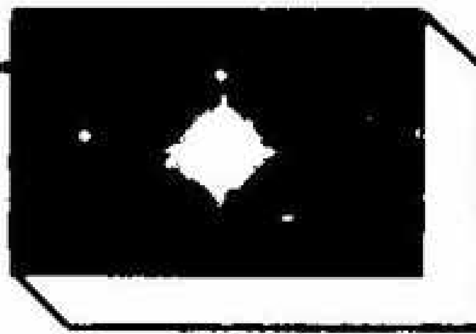
Anders Thunboig de Suecia (sueco):
«Vimos una nebulosa en un telescopio,
y la tomamos por una mancha de niebla dorada.
En telescopios mayores podía parecer
el espacio insondable de un millar de soles.

»Nuestros pensamientos desbocados
hicieron que se elevara lejos de las guerras terrestres
por el tiempo y por el espacio —ingenuos de nosotros—
hacia la majestad de otras dimensiones.

»Allí no rige una ley como la de nuestra vida.
Allí rigen leyes para el mundo de los mundos.
Allí surgen los soles, maduran
y resuenan en la fuente de todos los soles.

»Se descubre allí una multitud de soles.
Y cada sol late con una ley cósmica
en la luz insoportable de soles mayores.
Y allí todo es claridad, el día de los días.»

(Poema «Visita al Observatorio» de Harry Martinson en *Passad*. Copyright 1945 by Harry Martinson. Publicado con permiso de Albert Bonniers Förlag AB, Estocolmo, Suecia. Traducción no oficial al inglés de Marna Feldt, del Servicio sueco de información, con la ayuda de Verne Moberg, traductor.)



Apéndice C

Recomendaciones de Robert Brown sobre el repertorio musical

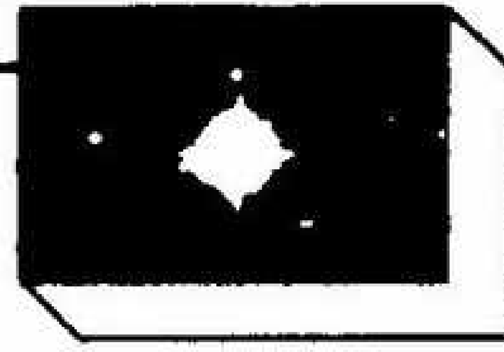
9 de mayo de 1977

Querido doctor Sagan:

Me alegró la noticia que me dio usted el jueves sobre la posibilidad de que se ampliara el tiempo destinado a la música humana en el disco Voyager.

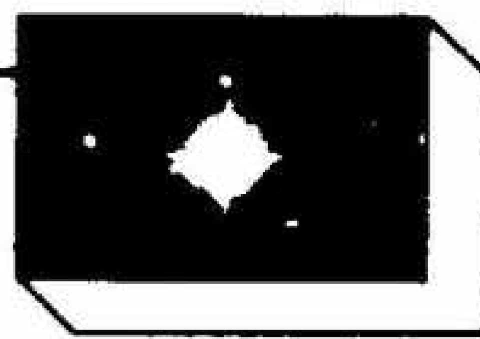
Mi selección suma en total unos treinta y ocho minutos y se limita a piezas que son completas de por sí y que están disponibles en grabaciones comerciales. He intentado llevar a cabo, dentro de lo posible, una selección lógica de toda la gama de música humana, sin distinción de puntos de vista occidentales y no occidentales o de otras consideraciones etnocéntricas. Se incluyen algunos usos y timbres diferentes de la voz humana; tipos principales de instrumentos, solos o en varias densidades de combinación; una gama de escalas, modos y sistemas de afinado para indicar la variedad humana en este campo; diferentes tipos de metro, ritmo y tempo; ejemplos de diferentes tipos de armonía y de contrapunto; y texturas que van de lo simple a lo complejo. Aunque no he intentado reconstruir elementos históricos del pasado de Occidente, he intentado al mismo tiempo escoger ejemplos vivos de fases diferentes del desarrollo musical del hombre.

Aunque todos estos elementos medibles son interesantes y pueden sugerir, en mi opinión, algunos de los parámetros de la música humana a una inteligencia que, sin embargo, la desconozca totalmente, es evidente que son consideraciones únicamente de orden secundario para la mayoría de oyentes y de intérpretes aquí en la tierra. La música es en principio un medio para comunicar estados emocionales, espirituales e intelectuales, y por lo tanto he escogido únicamente ejemplos que tienen para mí, personalmente, un profundo significado musical. Por lo tanto la selección es en definitiva subjetiva y creo que así ha de ser. No creo que un comité pueda



llevar a cabo una selección artística tan amplia como ésta. El hecho de que dos etnomusicólogos distintos escojan necesariamente listas diferentes responde directamente a la característica de la naturaleza humana responsable del número increíble de piezas entre las cuales hay que escoger. El problema es semejante al del botánico a quien se le pidiera escoger media docena de variedades para representar a las flores del mundo. Confiemos que entre otras cosas no olviden que la mayoría de las personas aprecian las flores por su belleza visual y por su fragancia. Si pudiese ampliar la lista incluiría lo siguiente: un animado solo de mridangam de la India (en una tala de cinco compases interpretada por Palghat Mani Iyer, quien quizá sea el mejor tamborista del mundo); una pieza representativa de la música electrónica (difícil decidir); una pieza de gamelán balinés (yo escogería el antiguo gamelán Selundeng grabado por Boite à Musique LD 096M); una pieza de polifonía vocal del Renacimiento por Des Pres, Dufay, u Ockeghem, toda ella erizada de recursos contrapuntísticos; un solo de qin chino; una pieza de danza de África occidental con un conjunto de tambores y voces; un aria de Mozart; una canción popular búlgara en estilo diafónico; flautas de Pan melanesias, para relacionarlas con Bach y el shakuhachi; y una sinfonía de Beethoven, probablemente la octava. ¡Seguramente esto ofrecería una visión más profunda de la naturaleza humana de lo que una inteligencia extraterrestre podría estar en condiciones de comprender!

Un repaso de las tiendas de discos de Portland, Oregón, no ha permitido encontrar su pieza de Chávez. ¿Podría ser el Himno al Sol? Me dijeron que hay muchas ediciones subvencionadas por el gobierno mejicano que no están disponibles en los Estados Unidos. Aunque admiro a Chávez, y he tocado su música para piano, si la pieza es un intento para evocar el espíritu del pasado indio, en mi opinión sería más indicado ir directamente a las fuentes y seleccionar una de las tradiciones vivas de la música india en América central o meridional (lo cual supone, por otra parte, un excelente añadido a la lista). Evitaría por idénticos motivos la presunción que supone intentar reconstruir música antigua griega, egipcia o mesopotámica, allí donde se haya perdido irrevocablemente la tradición aural. Por otra parte si, como me dijo antes, usted argumenta que la pieza de Chávez era profundamente emocionante y representaba elementos especialmente importantes del espíritu humano, mi postura se hunde. ¿Si no enviamos cosas que nos afectan profundamente, vale la pena enviar algo?



Finalmente tengo que agradecerle que haya dado una buena inyección de energía a mi trabajo, precisamente cuando sería más apreciada. A veces mientras trabajo en favor de la evolución de una nueva actitud hacia la música humana acorde con los conocimientos que ahora tenemos de sus manifestaciones diversas y de su asombrosa riqueza, me parece como si estuviera abriéndome paso por un nuevo territorio mental donde resulta difícil comunicarse, incluso con colegas de mi propio campo. Hace un año, por ejemplo, leí una conferencia sobre la idea de entropía en las tradiciones musicales del mundo ante un pequeño grupo de especialistas en Quebec. (Me siento entre otras cosas tan preocupado por la desaparición de especies musicales como en el caso de la flora y de la fauna.) Uno de los puntos de la conferencia era la propuesta de que en el futuro la educación humana podría centrarse en los temas gemelos de la astronomía y de la música, que representan lo que está fuera (y más allá de lo humano) y lo que está dentro (y es íntima y exclusivamente humano). Tuve la sensación de que allí no había nadie que sintiera una necesidad urgente de intentar integrar estas dos zonas del conocimiento (¿lo interior y lo exterior?, ¿la mente y el espíritu?, ¿la ciencia y el arte?), de un modo que pudiera dar sentido a todas las diversidades visibles del conocimiento y de la experiencia humanas. Pero intuyo que usted siente esta necesidad, y me ha admirado la naturaleza tanto iconoclástica como benevolente de sus actividades. El hecho de enfrentarme con su petición, sean cuales fueren los resultados, ha servido para barrer toda una colección de escombros mentales, y me ha ayudado a concentrarme de nuevo en algunas realidades importantes del trabajo de mi vida. Me ha proporcionado también un foco inmediato para un editorial en el Boletín del Centro para la Música del Mundo, con el cual estaba luchando hace tiempo. Le envío como contexto una copia de todo el Boletín. Quizá le divierta considerarlo como uno de estos desarrollos incontrolados que toda idea poderosa suele generar. En el periódico local de ayer noche había un largo artículo de UPI sobre el proyecto Voyager y el disco propuesto, y ha sido para mí un gran alivio haber llegado a tiempo por pocos días.

Robert E. Brown
Director ejecutivo
Centro de Música Mundial y Artes Relacionadas
Berkeley, California



Música del Mundo para el espacio exterior propuesta por Robert E. Brown

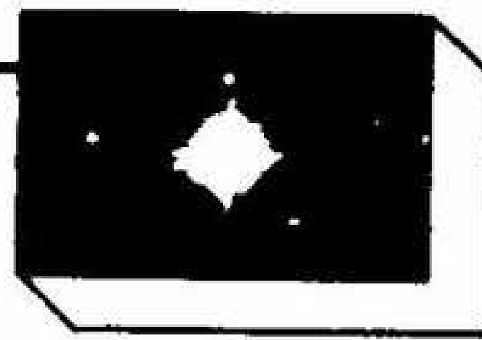
---

1. MÚSICA VOCAL INDIA. Surshri Kesar Bai Kerkar. HMV EALP 1278.
Tiempo: 3:25. Solo de voz; melodía modal de siete tonos con notas auxiliares; metro cíclico de catorce compases; microtonos; ornamentación; zumbido; acompañamiento de tambor; improvisación. El texto (probablemente menos importante que la melodía abstracta y el modo) significa: «¿Adónde vas? No vayas sola: no te he dado permiso. En la calle la gente está celebrando la fiesta de Holi y echándose al rostro polvos de azafrán, y tú eres tan joven.»

2. GAMELÁN JAVANÉS. Ketawang Puspawarna, con gamelán y cantantes del Palacio Paku Alaman de Jogyakarta, director: K.R.T. Wasitodipuro. Nonesuch H-72044.
Tiempo: 4:46. Orquesta de instrumentos de percusión, estratificación de canto solista y coral; afinado de slendro pentatónico; estructura colotómica de figuras de gong. El texto tiene relativamente poca impotancia (las voces se usan instrumentalmente), y se refiere simbólicamente a varios tipos de flores, relacionados con los nueve estados (rasa) de la filosofía hindú.

3. PRELUDIO CORAL PARA ÓRGANO DE BACH. Michel Chapuis en el órgano de la Iglesia del Salvador en Copenhague. Das Alte Werk (Telefunken) 6-35083.
Tiempo: 3:55. Basado en la melodía coral «Wenn wir in höchsten Nöten sind» (utilizada también para el texto «Vor deinen Thron tret ich hiermit»). Se dice que fue la última composición de Bach, dictada desde su lecho de muerte. Armonía; contrapunto; melodía modal de siete tonos con tonos auxiliares; el órgano actúa como un complejo instrumento de viento.

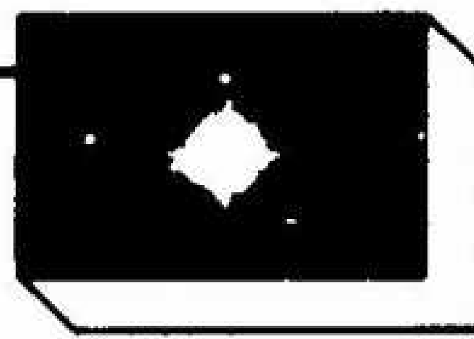
4. CANCIÓN PIGMEA DE LA RECOGIDA DE MIEL. Los pigmeos del Bosque de Ituri cantando antifónicamente. Ethnic Folkways FE 4457.
Tiempo: 2:45. Armonía; contrapunto; canto solista y coral; acompañamiento rítmico sencillo con badajo.



5. CUARTETO DE JOHN COLTRANE. *Giant Steps,* interpretado por John Coltrane, saxófono tenor; Tommy Flanagan, piano; Paul Chambers, contrabajo; Art Taylor, batería. Atlantic 1311. Tiempo: 4:43. Música de cámara; viento, cuerda, batería; tempo rápido; armonía; improvisaciones solistas.

6. SHAKUHACHI JAPONÉS. Shika no Tone, interpretado por Haruhiko Notomi y Tatsuya Araki. Bärenreiter BM 30 L 2014 (Antología musical del Oriente de la UNESCO, Japón, volumen III). Tiempo: 7:45. Solo de instrumento de viento; variedades de coloración tonal; desarrollo de material musical; gama; variación dinámica.

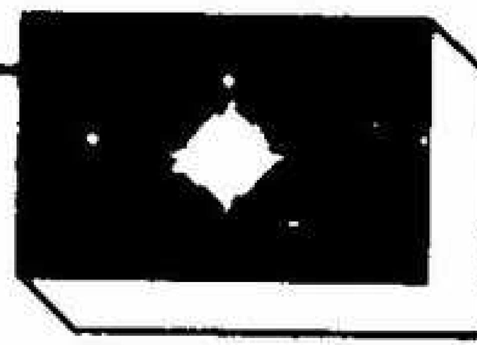
7. DEBUSSY: *Prélude à l'après-midi d'un faune.* Orquesta Filarmónica de Nueva York, dirigida por Leonard Bernstein. Columbia MS 6754.
Tiempo: 10:15. Variedades de instrumentos; contraste de dinámica; orquestación; cambio de tiempo; armonía compleja; variedad rítmica; desarrollo formal y temático.



Apéndice D

Selecciones en cinta para un Disco Voyager de una hora propuestas originalmente por Jon Lomberg

1. Canto de medicina siux	1:00	de *Música de los siux y de los navajo* (Ethnic Folkways)
2. *Seya wa mama ndalamba*	2:21	de *Missa Luba (y Canciones folklóricas congoleñas)* (Philips)
3. Fuga n.º 2 en do menor de Bach	1:33	de *El clavecín bien templado* Libro 1 por Glenn Gould (Columbia)
4. Gavotte en rondeaux de Bach	2:50	de *Seis sonatas y partidas para violín solo,* por Arthur Grumiaux, violín (Philips)
5. *Alleluiah* de *Exsultate, Jubilate* de Mozart	2:40	de *Mozart y Bach* por Elisabeth Schwarzkopf (Seraphim)
6. Quinta de Beethoven	6:53	de la *Quinta Sinfonía,* por Leonard Bernstein y la Filarmónica de Nueva York (Columbia)
7. Fanfarria para el hombre corriente de Aaron Copland	1:03	de *Un retrato de Lincoln* (Columbia)
8. El primero de los *Seis kleine Klavierstücke* por Arnold Schoenberg	0:48	de *Schoenberg: Música completa para piano solo* por Glenn Gould (Columbia)
9. *Summertime,* de George Gershwin	2:30	de *Porgy and Bess,* con Ella Fitzgerald y Louis Armstrong (Verve)
10. *Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band* (reprise) por los Beatles	1:25	de *Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band* (Capitol)



Apéndice E

Equipos científicos del Voyager

Ciencia de la imagen

Bradford A. Smith, Universidad de Arizona, director de equipo
Geoffrey A. Briggs, Laboratorio de Propulsión a Chorro
A. F. Cook, Institución Smithsoniana
G. E. Danielson, Jr., Laboratorio de Propulsión a Chorro
Merton Davies, Rand Corp.
G. E. Hunt, Servicio meteorológico, Reino Unido
Tobias Owen, Universidad del Estado de Nueva York
Carl Sagan, Universidad de Cornell
Lawrence Soderblom, Servicio geológico de los EE. UU.
V. E. Suomi, Universidad de Wisconsin
Harold Masursky, Servicio Geológico de los EE. UU.

Ciencia de la radio

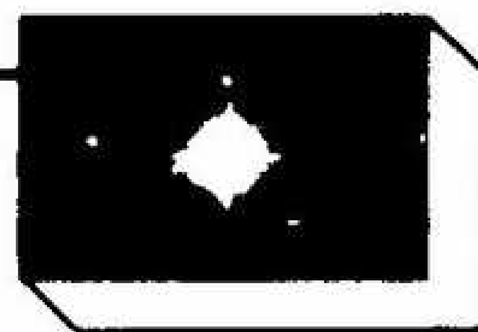
Von R. Eshelman, Universidad de Standford, director del equipo
J. D. Anderson, Laboratorio de Propulsión a Chorro
T. A. Croft, Instituto de Investigación de Standford
Gunnar Fjeldbo, Laboratorio de Propulsión a Chorro
G. S. Levy, Laboratorio de Propulsión a Chorro
G. L. Tyler, Universidad de Standford
G. E. Wood, Laboratorio de Propulsión a Chorro

Ondas de plasma

Frederick L. Scarf, TRW Systems, principal investigador
D. A. Gurnett, Universidad de Iowa

Espectroscopia y radiometría infrarrojas

Rudolf A. Hanel, Centro Goddard de Vuelo Espacial, principal investigador
B. J. Conrath, Centro Goddard de Vuelo Espacial
P. Gierasch, Universidad de Cornell
V. Kunde, Centro Goddard de Vuelo Espacial



P. D. Lowman, Centro Goddard de Vuelo Espacial
W. Maguire, Centro Goddard de Vuelo Espacial
J. Pearl, Centro Goddard de Vuelo Espacial
J. Pirraglia, Centro Goddard de Vuelo Espacial
R. Samuelson, Centro Goddard de Vuelo Espacial
Cyril Ponnamperuma, Universidad de Maryland
D. Gautier, Meudon, Francia

Espectroscopia ultravioleta

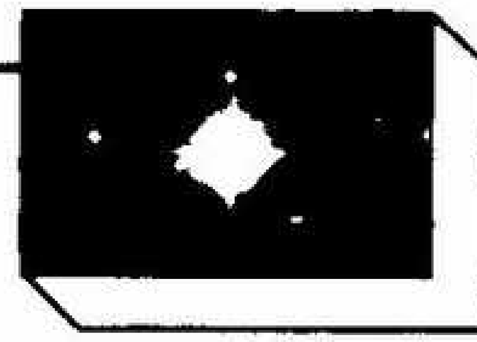
A. Lyle Broadfoot, Observatorio Nacional de Kitt Peak, principal investigador
J. B. Bertaux, Service d'Aéronomie du CNRS, Francia
J. Blamont, Service d'Aéronomie du CNRS, Francia
T. M. Donahue, Universidad de Michigan
R. M. Goody, Universidad de Harvard
A. Dalgarno, Observatorio del Harvard College
Michael B. McElroy, Universidad de Harvard
J. C. McConnell, Universidad de York, Canadá
H. W. Moos, Universidad Johns Hopkins
M. J. S. Belton, Observatorio Nacional de Kitt Peak
D. F. Strobel, Laboratorio de Investigación Naval

Fotopolarimetría

Charles F. Lillie, Universidad de Colorado, principal investigador
Charles W. Hord, Universidad de Colorado
D. L. Coffeen, Instituto Goddard de Estudios Espaciales
J. E. Hansen, Instituto Goddard de Estudios Espaciales
K. Pang, Science Applications Inc.

Radioastronomía planetaria

James W. Warwick, Universidad de Colorado, principal investigador
J. K. Alexander, Centro Goddard de Vuelo Espacial
A. Boischot, Observatoire de Paris, Francia
W. E. Brown, Laboratorio de Propulsión a Chorro
T. D. Carr, Universidad de Florida
Samuel Gulkis, Laboratorio de Propulsión a Chorro
F. T. Haddock, Universidad de Michigan



C. C. Harvey, Observatoire de Paris, Francia
Y. LeBlanc, Observatoire de Paris, Francia
R. G. Peltzer, Universidad de Colorado
R. J. Phillips, Laboratorio de Propulsión a Chorro
D. H. Staelin, Instituto de Tecnología de Massachusetts

Campos magnéticos

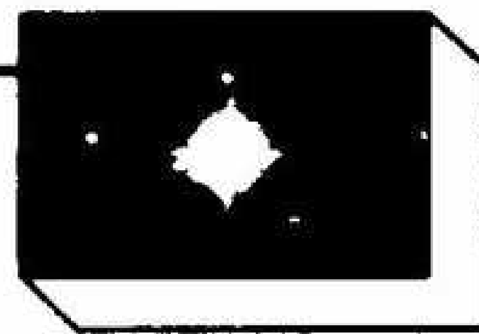
Norman F. Ness, Centro Goddard de Vuelo Espacial, principal investigador
Mario H. Acuña, Centro Goddard de Vuelo Espacial
K. W. Behannon, Centro Goddard de Vuelo Espacial
L. F. Burlaga, Centro Goddard de Vuelo Espacial
R. P. Lepping, Centro Goddard de Vuelo Espacial
F. M. Neubauer, Technische Universität, R. F. de Alemania

Ciencia del plasma

Herbert S. Bridge, Instituto de Tecnología de Massachusetts, principal investigador
J. W. Belcher, Instituto de Tecnología de Massachusetts
J. H. Binsack, Instituto de Tecnología de Massachusetts
A. J. Lazarus, Instituto de Tecnología de Massachusetts
S. Olbert, Instituto de Tecnología de Massachusetts
V. M. Vasyliunas, Instituto Max Planck, R. F. de Alemania
L. F. Burlaga, Centro Goddard de Vuelo Espacial
R. E. Hartle, Centro Goddard de Vuelo Espacial
K. W. Ogilvie, Centro Goddard de Vuelo Espacial
G. L. Siscoe, Universidad de California, Los Ángeles
A. J. Hundhausen, Observatorio de Gran Altitud

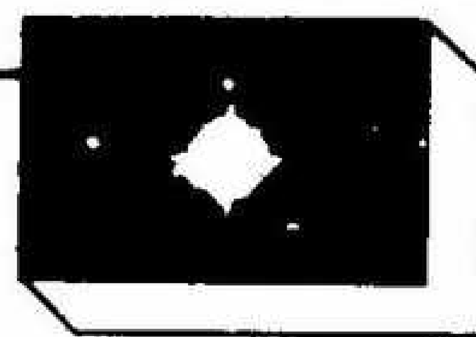
Partículas cargadas de baja energía

S. M. Krimigis, Universidad Johns Hopkins, principal investigador
T. P. Armstrong, Universidad de Kansas
W. I. Axford, Instituto Max Planck, R. F. de Alemania
C. O. Bostrom, Universidad Johns Hopkins
C. Y. Fan, Universidad de Arizona
G. Gloeckler, Universidad de Maryland
L. J. Lanzerotti, Laboratorios Bell Telephone



Rayos cósmicos

R. E. Vogt, Instituto de Tecnología de California, principal investigador
J. R. Jokipii, Universidad de Arizona
E. C. Stone, Instituto de Tecnología de California
F. B. McDonald, Centro Goddard de Vuelo Espacial
B. J. Teegarden, Centro Goddard de Vuelo Espacial
James H. Trainor, Centro Goddard de Vuelo Espacial
W. R. Webber, Universidad de New Hampshire



Apéndice F

Equipo administrativo del Voyager

Oficina de Ciencia espacial de la NASA

Noel W. Hinners, Administrador asociado de Ciencia espacial
Anthony J. Calio, Viceadministrador asociado
S. Ichtiaque Rasool, Viceadministrador asociado (Ciencia)
A. Thomas Young, Director, Programas lunares y planetarios
Rodney A. Mills, Gerente del programa
Arthur Reetz, Jr., Vicegerente del programa
Milton A. Mitz, Científico del programa
Earl W. Glahn, Gerente de apoyo del vuelo

Oficina de seguimiento y adquisición de datos de la NASA

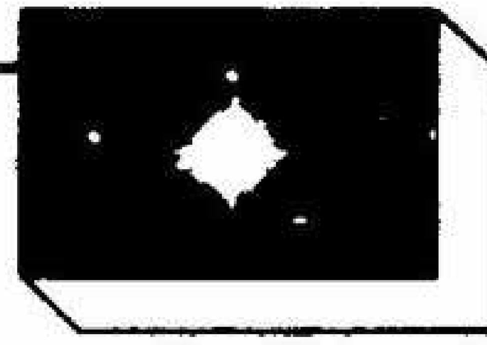
Gerald M. Truszynski, Administrador asociado de seguimiento y adquisición de datos
Charles A. Taylor, Director, Operaciones de la red y programas de comunicación
Arnold C. Belcher, Gerente del programa para las operaciones de DSN
Frederick B. Bryant, Director, Programas de desarrollo del sistema de redes
Maurice E. Binkley, Director, Sistemas de DSN

Oficina de vuelo espacial de la NASA

John F. Yardley, Administrador asociado de Vuelo Espacial
Joseph B. Mahon, Director, Vehículos de lanzamiento no recuperables
Joseph E. McGolrick, Director, Vehículos de lanzamiento de tipo pequeño y medio
B. C. Lam, Gerente del Titan III

Laboratorio de Propulsión a Chorro, Pasadena, California

Bruce C. Murray, Director del Laboratorio
Gen. Charles H. Terhune, Jr., Vicedirector del Laboratorio



Robert J. Parks, Director adjunto del Laboratorio para los proyectos de vuelo
John R. Casani, Gerente del proyecto
Raymond L. Heacock, Gerente del sistema de la nave espacial
Charles E. Kohlhase, Jr., Gerente de análisis e ingeniería de la misión
James E. Long, Gerente científico
Richard P. Laeser, Gerente del sistema de operaciones de la misión
Esker K. Davis, Gerente del sistema de seguimiento y datos
James F. Scott, Gerente del sistema de computadoras de la misión
Michael J. Sander, Gerente del centro de control y computadoras de la misión
Ronald F. Draper, Ingeniero del sistema de la nave espacial
William S. Shipley, Gerente de desarrollo de la nave espacial
William G. Fawcett, Gerente de instrumentos científicos
Michael Devirian, Jefe de operaciones de la misión

Instituto de Tecnología de California, Pasadena, California

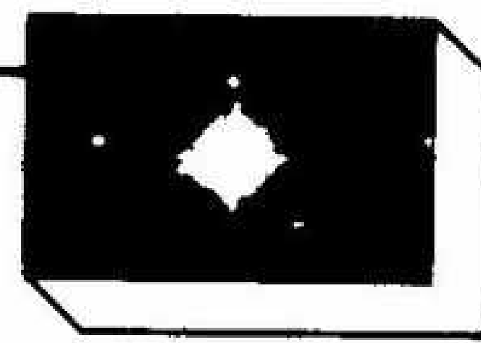
Edward C. Stone, Científico del proyecto

Centro Lewis de Investigación, Cleveland, Ohio

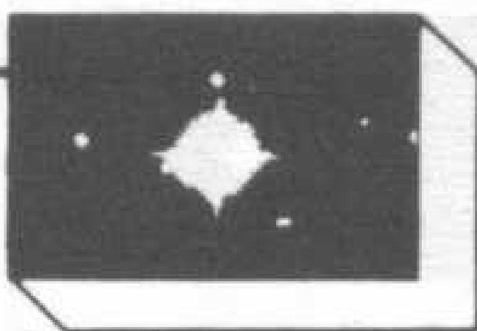
Bruce T. Lundin, Director del Centro
Andrew J. Stofan, Director, Vehículos de lanzamiento
Carl B. Wentworth, Jefe, División de integración del programa
Gary D. Sagerman, Analista de la misión Voyager
Richard P. Geye, Ingeniero del proyecto de la misión Voyager
Richard A. Flage, Ingeniero de integración de pruebas del vehículo de lanzamiento
Richard E. Orzechowski, Ingeniero de apoyo de TDS
Larry J. Ross, Jefe, División de ingeniería de los vehículos
James E. Patterson, Jefe asociado, División de ingeniería
Frank L. Manning, Ingeniero de los vehículos TC-6 y TC-7

Centro espacial Kennedy, Florida

Lee R. Scherer, Director del Centro
Walter J. Kapryan, Director de operaciones de los vehículos espaciales
George F. Page, Director, Vehículos no recuperables

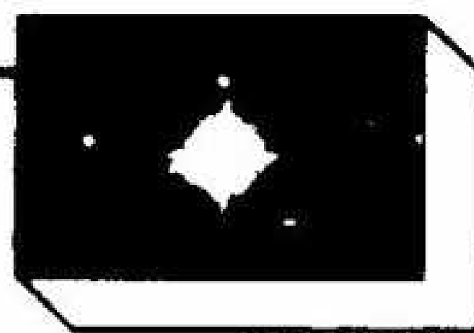


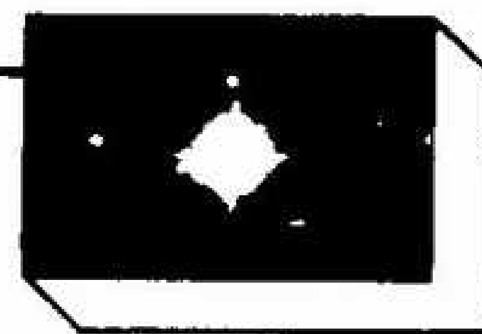
John D. Gossett, Jefe, División de operaciones del Centaur
Creighton A. Terhune, Ingeniero jefe, División de operaciones
Jack E. Baltar, Rama de operaciones del Centaur
Donald C. Sheppard, Jefe, División de operaciones de la nave espacial y de apoyo
James E. Weir, Rama de operaciones de la nave espacial

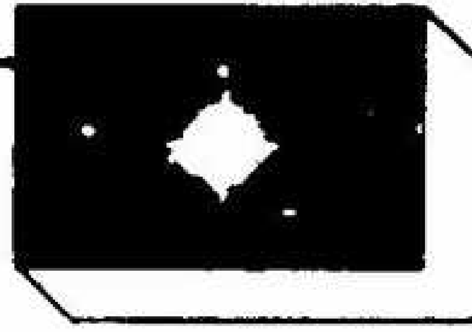


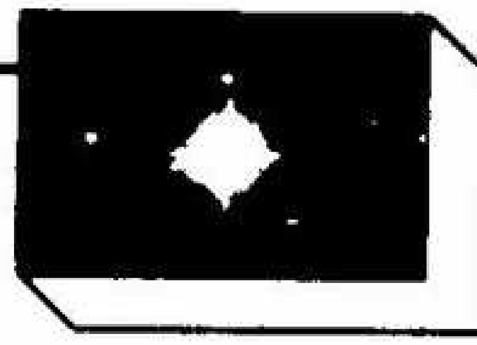
Etiqueta de la Cara 1 del Disco Voyager. En esta ilustración no queda claro el motivo que sirve de fondo a las letras del título: una fotografía desde el espacio del planeta Tierra.

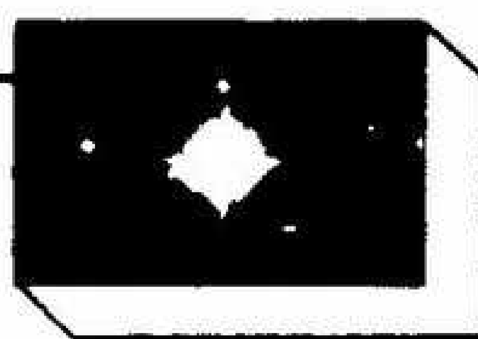
ÍNDICE TEMÁTICO











Los autores

CARL SAGAN fue presidente del Comité de la NASA para el Disco Voyager y productor ejecutivo del disco. Está en posesión de la Cátedra David Duncan como Profesor de Astronomía y Ciencias del espacio en la Universidad de Cornell, donde es también director del Laboratorio de Estudios planetarios. Sagan ha jugado papeles clave en las misiones Mariner, Viking y Voyager a los planetas; dentro del Voyager forma parte del Equipo de Imagen. Es autor de *The Cosmic Connection,· The Dragons of Eden* (obra por la cual recibió el Premio Pulitzer) y con I. Shklovskii, de *Intelligent Life in the Universe.*

F. D. DRAKE es director del Centro Nacional de Astronomía y de la Ionosfera (parte del cual es el Observatorio de Arecibo en Puerto Rico) y profesor Goldwin Smith de Astronomía en la Universidad de Cornell. Es conocido en amplios medios por su convencimiento de que la vida existe en otras partes del universo y es una destacada autoridad en métodos para la construcción de mensajes y para la detección de señales inteligentes extraterrestres.

ANN DRUYAN fue la directora creativa del disco Voyager y es autora de la novela recientemente publicada *A Famous Broken Heart.* Sus artículos han aparecido en *New York Times Magazine* y en otras publicaciones.

JON LOMBERG es un artista y escritor cuyos intereses principales son la astronomía (especialmente la comunicación interestelar y el estudio de las galaxias) y la música. Ganó el Premio de pintura de la Célula visionaria de Boston en 1971. Ilustró la obra de Carl Sagan *The Cosmic Connection*, y sus pinturas aparecen en el Centro de Ciencia de Ontario y en el Museo del Aire y del Espacio de la Institución Smithsoniana.

TIMOTHY FERRIS, que trabajó como productor del disco Voyager, es el autor de una obra sobre astronomía del siglo XX: *The Red Limit: The Search for the Edge of the Univers.* Es profesor de inglés en el Brooklyn College y colaborador de la revista *Rolling Stone.*

LINDA SALZMAN SAGAN ha trabajado como artista, cineasta e investigadora de pintura. Ayudó a diseñar la placa del Pioneer 10 y fue directora adjunta del documental premiado *Two Ball Games.*

Carl Sagan es director del Laboratorio de Estudios Planetarios y profesor David Duncan de Astronomía y Ciencias del Espacio de la Universidad de Cornell. Ha desempeñado un papel importante en las expediciones interplanetarias de los Mariner, Viking y Voyager, y como recompensa recibió las medallas de la NASA por Excepcionales Méritos Científicos y por Eminente Servicio Público y el premio internacional de astronáutica, el Prix Galabert. Ha sido presidente de la sección de Ciencias Planetarias de la Sociedad Astronómica Americana, presidente de la sección de Astronomía de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia y presidente de la sección de Planetología de la Unión Geofísica Americana. Durante doce años fue director de *Icarus,* la más importante revista profesional dedicada a la investigación planetaria. El doctor Sagan, además de haber publicado 400 artículos científicos y de divulgación, es autor, coautor o encargado de la edición de una docena de libros, entre ellos *Vida inteligente en el Universo, La conexión cósmica, Los dragones del Edén, Murmullos de la Tierra* y *El cerebro de Broca*. En 1975 recibió el Premio Joseph Priestley "por contribuciones eminentes al bienestar de la humanidad" y en 1978 el Premio Pulitzer de Literatura.

Murmullos de la Tierra

Un mensaje cósmico...

La historia del intento más ambicioso de comunicarse con los seres extraterrestres... por el astrónomo Carl Sagan (ganador del Premio Pulitzer y autor de Cosmos) y sus colaboradores.



Colección Documento

Murmullos de la Tierra

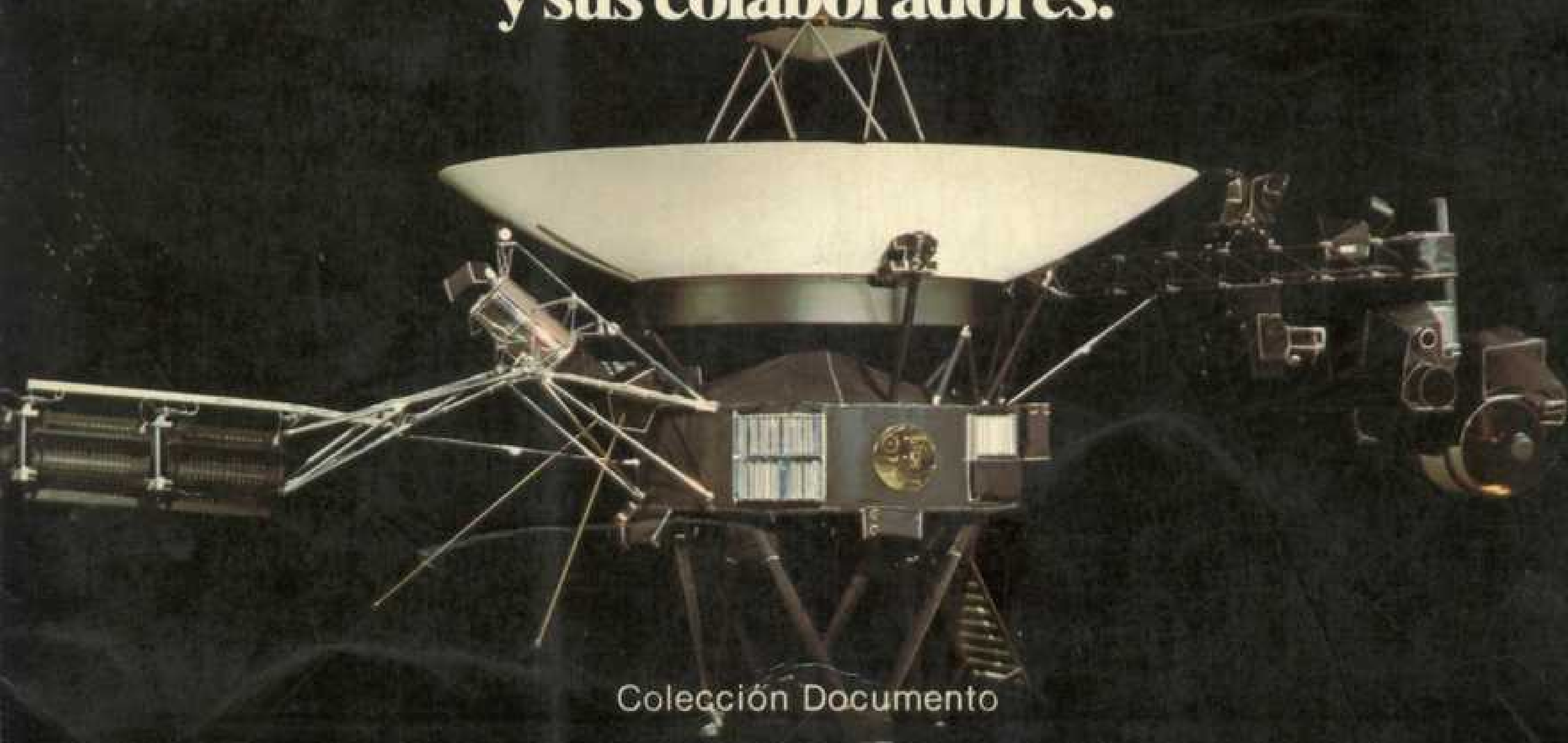
Carl Sagan
F.D. Drake
Ann Druyan
Timothy Ferris
Jon Lomberg
Linda Salzman Sagan



Murmullos de la Tierra

Un mensaje cósmico...

La historia del intento más ambicioso de comunicarse con los seres extraterrestres... por el astrónomo Carl Sagan (ganador del Premio Pulitzer y autor de Cosmos) y sus colaboradores.



Colección Documento

Murmullos de la Tierra

Carl Sagan

F.D. Drake

Ann Druyan

Timothy Ferris

Jon Lomberg

Linda Salzman Sagan



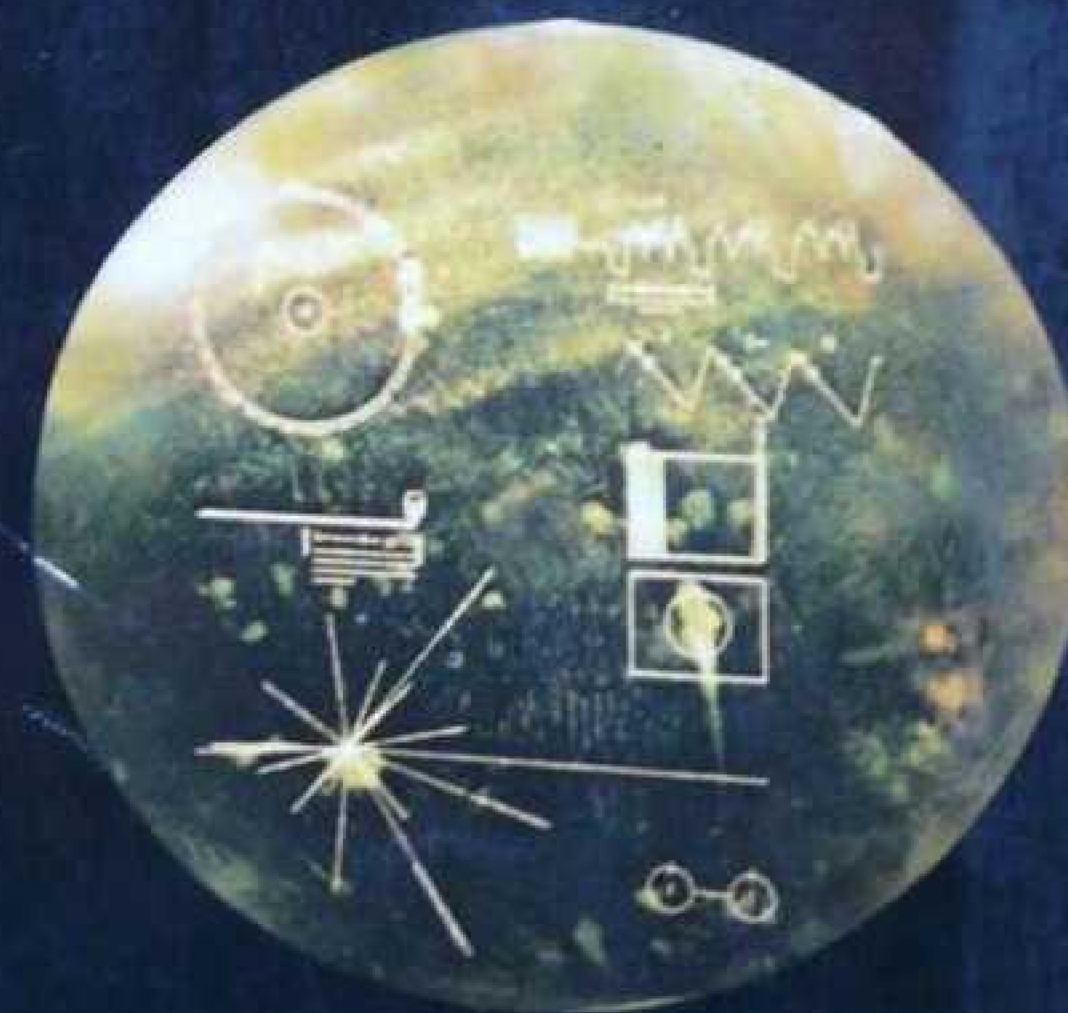
Planeta

Murmullos de la Tierra

El mensaje interestelar del VOYAGER

Carl Sagan

F.D.Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg, Linda Salzman Sagan





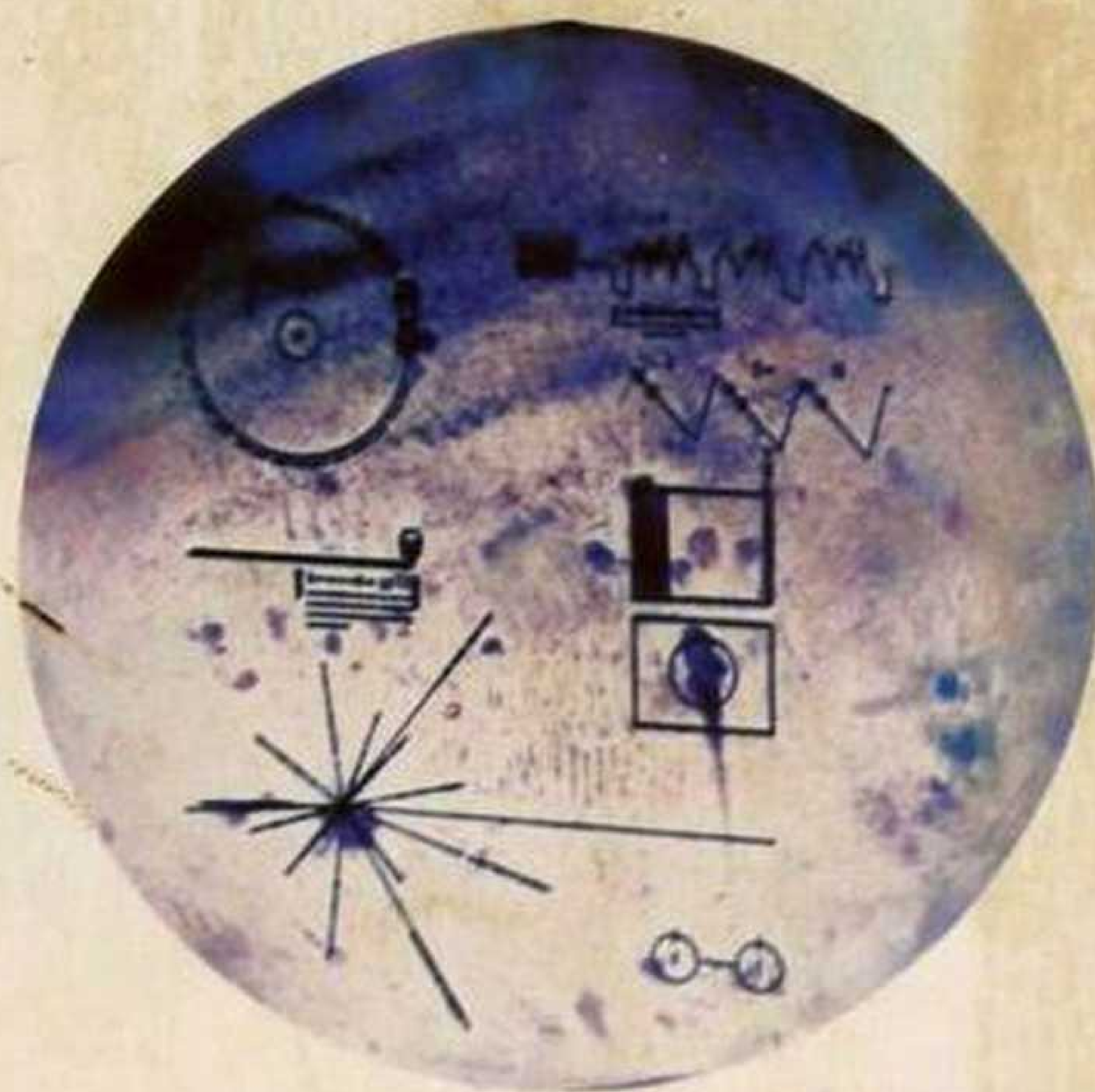
Planeta

Murmullos de la Tierra

El mensaje interestelar del VOYAGER

Carl Sagan

F.D. Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg,
Linda Salzman Sagan





El 20 de agosto y el 5 de septiembre de 1977 fueron lanzadas a las estrellas dos extraordinarias naves espaciales. Estos vehículos del espacio, después de haber llevado a cabo una exploración que promete ser detallada y realmente espectacular del sistema solar exterior desde Júpiter hasta Urano entre 1979 y 1986, abandonarán lentamente los sistemas solares convirtiéndose en emisarios de la Tierra al reino de las estrellas.

Cada nave Voyager lleva adosado un disco fonográfico de cobre recubierto de oro como mensaje para las posibles civilizaciones extraterrestres que la nave pudiera encontrar en algún lugar y tiempo remotos.

Cada disco contiene 118 fotografías de nuestro planeta, de nosotros mismos y de nuestra civilización; casi 90 minutos de la mejor música del mundo; un ensayo evolutivo en audio sobre "los sonidos de la Tierra", y saludos en casi sesenta idiomas humanos (y en un lenguaje de ballenas), incluyendo los del presidente de los Estados Unidos y del secretario general de las Naciones Unidas.

El presente libro, escrito por las personas directamente responsables del contenido del disco Voyager, da cuenta de por qué lo hicimos, de cómo seleccionamos este repertorio y del contenido concreto del disco.

Con Carl Sagan han colaborado en esta obra autores tan prestigiosos como F. D. Drake, Ann Druyan, Timothy Ferris, Jon Lomberg y Linda Salzman Sagan.

Carl Sagan es director del Laboratorio de Estudios Planetarios y profesor David Duncan de Astronomía y Ciencias del Espacio de la Universidad de Cornell. Ha desempeñado un papel importante en las expediciones interplanetarias de los Mariner, Viking y Voyager, y como recompensa recibió las medallas de la NASA por Excepcionales Méritos Científicos y por Eminente Servicio Público y el premio internacional de astronáutica, el Prix Galabert. Ha sido presidente de la sección de Ciencias Planetarias de la Sociedad Astronómica Americana, presidente de la sección de Astronomía de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia y presidente de la sección de Planetología de la Unión Geofísica Americana. Durante doce años fue director de *Icarus,* la más importante revista profesional dedicada a la investigación planetaria. El doctor Sagan, además de haber publicado 400 artículos científicos y de divulgación, es autor, coautor o encargado de la edición de una docena de libros, entre ellos *Vida inteligente en el Universo, La conexión cósmica, Los dragones del Edén, Murmullos de la Tierra* y *El cerebro de Broca*. En 1975 recibió el Premio Joseph Priestley ''por contribuciones eminentes al bienestar de la humanidad'' y en 1978 el Premio Pulitzer de Literatura.

Murmullos de la Tierra

Un mensaje cósmico...

La historia del intento más ambicioso de comunicarse con los seres extraterrestres... por el astrónomo Carl Sagan (ganador del Premio Pulitzer y autor de Cosmos) y sus colaboradores.



Colección Documento

Murmullos de la Tierra

Carl Sagan
F.D. Drake
Ann Druyan
Timothy Ferris
Jon Lomberg
Linda Salzman Sagan

